

VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ – TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA
EKONOMICKÁ FAKULTA

KATEDRA FINANCÍ

Kvantifikace tržního rizika ve vybraném podniku aplikací metodologie
CorporateMetrics
Market Risk Quantification in the Selected Company by Applying CorporateMetrics
Methodology

Student:
Vedoucí diplomové práce:

Bc. Michaela Nogová
doc. Ing. Miroslav Čulík, Ph.D.

Ostrava 2020

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Ekonomická fakulta
Katedra financí

Zadání diplomové práce

Student: **Bc. Michaela Nogová**
Studijní program: N6202 Hospodářská politika a správa
Studijní obor: 6202T010 Finance
Téma: Kvantifikace tržního rizika ve vybraném podniku aplikací metodologie
CorporateMetrics
Market Risk Quantification in the Selected Company by Applying
CorporateMetrics Methodology

Jazyk vypracování: čeština

Zásady pro vypracování:

1. Úvod
2. Popis metodologie CorporateMetrics
3. Charakteristika vybraného podniku
4. Kvantifikace rizika pomocí metodologie CorporateMetrics
5. Závěr

Seznam použité literatury

Seznam zkratk

Prohlášení o využití výsledků diplomové práce

Seznam příloh

Přílohy

Seznam doporučené odborné literatury:

BENNINGA, Simon. *Financial Modeling*. 4th ed. New York: The MIT Press, 2014. ISBN 978-0262027281.

LEE, Alvin. *CorporateMetrics Technical Document [online]*. 1st ed. New York: RiskMetrics Group, J. P. Morgan, 1999. Dostupný z: <https://www.msci.com/documents/10199/8af520af-3e63-44b2-8aab-fd55a989e312>.

ZMEŠKAL, Z. D. DLUHOŠOVÁ a T. TICHÝ. *Finanční modely: koncepty, metody, aplikace*. 3., přeprac. a rozš. vyd. Praha: Ekopress, 2013. ISBN 978-80-86929-91-0.

Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí diplomové práce: **doc. Ing. Miroslav Čulík, Ph.D.**

Datum zadání: 22.11.2019

Datum odevzdání: 24.04.2020



Ing. Iveta Ratmanová, Ph.D.
vedoucí katedry




doc. Ing. Lenka Kauerová, CSc.
proděkanka pro studium
na základě pověření k jednání č.j.
VSB/19/050319/9900 ze dne 24. 9. 2019

Prohlašuji, že jsem celou diplomovou práci, včetně všech příloh, vypracovala samostatně.

Přílohy č.1, 2 a 3, dané mi k dispozici, jsem samostatně doplnila.

V Ostravě dne 24. dubna 2020



.....

Poděkování

Ráda bych na tomto místě poděkovala doc. Ing. Miroslavu Čulíkovi, Ph.D. za užitečné rady, cenné připomínky, vstřícnost a ochotu při konzultacích a vypracování diplomové práce.

Obsah

1	Úvod.....	5
2	Popis metodologie CorporateMetrics.....	7
2.1	Popis metodologie CorporateMetrics.....	7
2.2	Popis a kategorizace tržního rizika	8
2.3	Charakteristika jednotlivých kroků CorporateMetrics	9
2.3.1	Určení základních vstupních parametrů	9
2.3.2	Identifikace rizik	10
2.3.3	Generování scénářů	11
2.3.4	Zpracování scénářů.....	12
2.3.5	Výpočet míry rizika.....	12
2.4	Statistický odhad vstupních parametrů modelu predikce	13
2.4.1	Cenové změny.....	13
2.4.2	Rozdělení pravděpodobnosti	14
2.5	Stochastické procesy	16
2.5.1	Specifický Wienerův proces	17
2.5.2	Brownovy procesy	18
2.5.3	Mean-reversion procesy	19
2.6	Statistické testování.....	21
2.6.1	Statistické testování koeficientů predikčního modelu.....	22
2.6.2	Testování statistické významnosti modelu	24
2.7	Simulace Monte Carlo.....	25
3	Charakteristika vybraného podniku	26
3.1	Základní informace o vybraném podniku.....	26
3.2	Finanční situace podniku v současné době.....	28
3.3	Finanční plán pro rok 2020.....	29
4	Kvantifikace rizika pomocí metodologie CorporateMetrics	31
4.1	Popis rizikových faktorů.....	31
4.1.1	Devizový kurz CZK/EUR	32
4.1.2	Devizový kurz CZK/USD	32
4.1.3	Komoditní cena oceli v dolarech	33
4.2	Odhad modelů pro predikci rizikových faktorů.....	34
4.2.1	Odhad modelu pro predikci devizového kurzu CZK/EUR	35
4.2.2	Odhad modelu pro predikci devizového kurz CZK/USD	37
4.2.3	Odhad modelu pro predikci dolarové ceny oceli	39
4.3	Predikce budoucího vývoje rizikových faktorů	42

4.3.1	Predikce měnového kurzu CZK/EUR	42
4.3.2	Predikce měnového kurzu CZK/USD	43
4.3.3	Predikce dolarové ceny oceli	45
4.4	Odhad pravděpodobnostního rozdělení provozního výsledku hospodaření	46
4.4.1	Odhad tržeb za prodej vlastních výrobků a služeb	47
4.4.2	Odhad tržeb za prodej zboží a ostatních provozních výnosů	52
4.4.3	Odhad celkových provozních výnosů	53
4.4.4	Odhad výše spotřeby materiálu a energie	55
4.4.5	Odhad ostatních položek provozních nákladů	62
4.4.6	Odhad celkových provozních nákladů	62
4.4.7	Odhad provozního výsledku hospodaření	64
4.5	Shrnutí	67
5	Závěr	73
	Seznam použité literatury	74
	Seznam zkratk	76
	Prohlášení o využití výsledků diplomové práce	
	Seznam příloh	
	Přílohy	

1 Úvod

Tržní riziko je jedním z finančních rizik a vyplývá ze změn tržních cen a jejich dopadu na výsledek hospodaření firmy. V současné době, kdy v České republice existuje vysoce otevřená ekonomika a velké množství konkurenčních podniků, část firem působí i mimo tuzemský trh. Toto je spojeno s větším množstvím rizik, a to zejména těch tržních, proto je nezbytné se s danými riziky nějak vypořádat. Finanční modelování nabízí různé metody pro analýzu dopadu tržních rizik na finanční veličiny a jednou z nich je také metodologie CorporateMetrics, která vznikla na konci minulého století, a která je aplikována v této práci.

Cílem diplomové práce je kvantifikace vlivu tržního rizika na výši provozního výsledku hospodaření pro rok 2020, pomocí metodologie CorporateMetrics.

Celá práce je rozdělena na metodickou a aplikační část a tvoří ji pět hlavních kapitol. První kapitola je úvod a obsahuje krátké představení celé práce. Pátou kapitolou je závěr, kde je celá práce shrnuta.

Obsahem druhé kapitoly je charakteristika metodologie CorporateMetrics, kdy je objasněna celková její podstata a jednotlivé kroky s cílem měření tržního rizika. Kapitola také skýtá popis tržního rizika včetně jeho kategorizace. Druhá část kapitoly obsahuje popis statistického odhadu vstupních parametrů modelu predikce, vybraných rozdělení pravděpodobnosti, jednotlivých stochastických procesů, a také proces testování statistické významnosti modelu a jeho koeficientů. Závěr druhé kapitoly zahrnuje také stručné objasnění simulace Monte Carlo.

V třetí kapitole je obsažena charakteristika vybraného podniku, kterým je společnost Vítkovice, a.s. Kapitola obsahuje jednak základní informace o této společnosti včetně jejího historického vývoje, dále také stručný popis její finanční situace v posledních letech, který je zaměřený zejména na vývoj provozního výsledku hospodaření, jež je předmětem kvantifikace vlivu tržního rizika a závěr kapitoly je věnován finančnímu plánu společnosti pro rok 2020.

Čtvrtá kapitola je pak čistě aplikační. Cílem této části je stanovení vlivu měnového a komoditního rizika na provozní výsledek hospodaření a výsledkem je pravděpodobnostní rozdělení provozního výsledku hospodaření pro rok 2020, včetně určení jeho základních charakteristik. První část kapitoly obsahuje popis rizikových faktorů, které ovlivňují výši tržeb z prodeje vlastních výrobků a náklady na spotřebu

materiálu. Následně jsou odhadnuty modely pro predikci budoucího vývoje daných veličin na základě jejich minulého průběhu. Pro jednotlivé rizikové faktory je generováno 1 000 scénářů možného vývoje, a ty jsou poté aplikovány na příslušné finanční veličiny, kterými jsou tedy již zmíněné tržby a náklady. Závěr celé kapitoly obsahuje odhad pravděpodobnostního rozdělení výše provozního výsledku hospodaření v roce 2020, a také celkové shrnutí dosažených výsledků.

2 Popis metodologie CorporateMetrics

V této kapitole je obsažena charakteristika metodologie CorporateMetrics. Nejprve je objasněna její celková podstata, následně jsou popsány základní typy tržního rizika, včetně jeho kategorizace a dále jsou charakterizovány jednotlivé kroky dané metodologie. V druhé části kapitoly je popsán statistický odhad vstupních parametrů modelu predikce, vybraná rozdělení pravděpodobnosti, jednotlivé stochastické procesy, dále proces testování statistické významnosti modelu a jeho koeficientů a v závěru celé kapitoly je stručně popsána simulace Monte Carlo. Pro zpracování této kapitoly bylo čerpáno především z následujících publikací: Benninga (2014), Lee (1999), Zmeškal et al. (2013) a Cipra (2013).

2.1 Popis metodologie CorporateMetrics

Metodologie CorporateMetrics je komplexní balík definic, metod, souborů dat, softwaru a předpovědí, jež jsou primárně využívány s cílem měření tržního rizika v rámci podnikatelského prostředí. Některé firmy mohou být během svého fungování vystaveny působení tržních rizik, které ovlivňují výši veličin, jež potažmo ovlivňují také výši finančních výsledků. Vzhledem k tomu, že jsou tyto změny mimo kontrolu podniku, ale jsou dány tržním prostředím, je žádoucí jejich vlivy pravidelně zkoumat a eliminovat tak jejich nežádoucí dopady. CorporateMetrics je tedy využíváno především pro kvantifikaci vlivu tržního rizika na dva podnikové finanční výsledky, kterými jsou výsledek hospodaření a Cash Flow, jež jsou rovněž zpravidla využívány pro určení hodnoty podniku. Tato metodologie spočívá v tom, že na základě predikce vývoje tržních sazeb, kterými jsou například ceny komodit, devizové kurzy, úrokové sazby nebo ceny vlastního kapitálu, je možné odhadovat výši výsledku hospodaření a peněžních toků analyzované společnosti (Lee, 1999).

Daná metodologie úzce souvisí i s jinými obdobnými, všeobecně známými metodami, kterými jsou Value at Risk, jež se využívá zejména v rizikové analýze portfolia a RiskMetrics, která je určena zvláště pro předpověď možných změn tržní hodnoty portfolií finančních nástrojů, jimiž mohou být kupříkladu měnové kurzy nebo výnosy akcií a obligací. Metodologie RiskMetrics je stejně tak jako CorporateMetrics zaměřena zejména na podnikové výsledky, a proto je vhodná pro aplikaci v podnikovém prostředí. Rozdílem mezi těmito zmiňovanými metodami je například časové rozpětí požívání. V případě CorporateMetrics je časové rozpětí, v němž jsou finanční výsledky

efektivní, v délce od dvou měsíců do dvou let. Oproti tomu časový horizont RiskMetrics je poměrně kratší a pohybuje se obvykle od jednoho dne do jednoho měsíce.

Následující tabulka 2.1 zahrnuje rozdíly mezi metodami CorporateMetrics a RiskMetrics.

Tab. 2.1 Rozdíly v rizikových parametrech v rámci finančního a podnikového prostředí

Rizikové parametry	Finanční prostředí	Podnikové prostředí
Metodologie	RiskMetrics	CorporateMetrics
Měřená hodnota	Hodnota portfolia	Zisk, Cash-Flow
Účetní hodnota	Reálná hodnota	Nárůst, reálná hodnota, zajištění
Časový horizont	Den, měsíc	Měsíc, čtvrtletí, rok
Měřítko	Trhový index	Stanovený cíl – rozpočtový plán

Zdroj: LEE, A. *CorporateMetrics Technical Document*

2.2 Popis a kategorizace tržního rizika

Rizikem se rozumí jakákoliv odchylka, ať už pozitivní či negativní, skutečného výsledku od výsledku očekávaného. V praxi je riziko v rámci různých analýz či kvantifikací chápáno často jen jako čisté riziko, které představuje pouze negativní odchylku od očekávání. Finanční riziko bývá nejčastěji spojenou s volatilitou očekávaného výsledku hospodaření v důsledku vlastnictví určitých aktiv nebo pasiv (Cipra, 2013).

Finanční riziko zahrnuje 4 druhy rizik. Prvním z nich je kreditní riziko, jehož typickým příkladem je úvěrové riziko, související s rizikem nesplacení úvěru klientem či neuhrazením faktury odběratelem. Dalším typem je operační riziko, jímž se rozumí riziko ztráty vyplývající z nedostatečnosti nebo selhání vnitřních procesů, systémů, osob nebo externích událostí, např. přírodní katastrofy. Třetím typem se myslí riziko likvidity a spočívá v tom, že určitý subjekt nebude schopen uhradit včas nebo v plné výši své splatné závazky, toto riziko je klíčové zejména pro finanční instituce, které musí být schopné kdykoliv vyplatit v požadované formě splatné vklady klientů. Posledním typem finančního rizika je riziko tržní, kterému je daná práce věnována a toto souvisí se změnami tržních cen, které mohou způsobit finanční ztráty.

Cipra (2013) člení tržní rizika následovně:

- měnové riziko představuje riziko ztráty v důsledku změn cen instrumentů a změn měnových kurzů; tomuto riziku jsou vystaveny například společnosti, které část své produkce exportují do zahraničí za cizí měnu nebo nakupují vstupy za cizí měnu,

- komoditním rizikem je myšleno riziko ztráty vyplývající z volatility cen komodit, kterými mohou být kupříkladu vzácné kovy, ropa, obilí a podobně,
- úrokové riziko zahrnuje riziko ztráty v důsledku pohybu úrokových měr,
- akciovým rizikem se myslí riziko ztráty způsobené změnami a volatilitou akciových cen, dividend atd.,
- korelační riziko, riziko úvěrového rozpětí.

2.3 Charakteristika jednotlivých kroků CorporateMetrics

Následující část této kapitole je věnována charakteristice jednotlivých kroků měření tržního rizika s využitím CorporateMetrics. Celý tento proces lze shrnout do pěti hlavních kroků:

1. určení základních vstupních parametrů,
2. identifikace rizik,
3. generování scénářů,
4. zapracování scénářů,
5. výpočet míry rizika.

2.3.1 Určení základních vstupních parametrů

V první fázi je zásadní zvolit konkrétní finanční výsledek, jež bude analyzován a poté bude odhadnuta výše rizika. Analyzovaným finančním výsledkem může být výsledek hospodaření nebo peněžní toky, které jsou klíčovými ukazateli v podnikovém i investičním prostředí. Dále dochází ke specifikaci časového horizontu a hladiny významnosti, která bývá nejčastěji ponechána ve standardní výši a činí tak 95 %. Na základě zvoleného finančního výsledku se společnost rozhoduje, který rizikový ukazatel je potřeba použít.

Pokud si společnost vybere pro analýzu zisk, obvyklými rizikovými ukazateli jsou Earning at Risk (EaR) a Earning per Share at Risk (EPSaR). EaR znamená výši maximálního poklesu zisku na určité hladině významnosti a v daném časovém období vzhledem ke změně tržních faktorů. EPSaR je v základě stejným ukazatelem jako EaR, ale je založen na akciové bázi.

V případě, že si společnost zvolí za finanční výsledek Cash Flow, bude využíván rizikový ukazatel Cash Flow at Risk (CFaR), který značí maximální možný pokles čistých

peněžních toků na určité hladině významnosti a během určitého časového období v důsledku změny tržních faktorů.

2.3.2 Identifikace rizik

V dané podkapitole je obsažen odhad rizik vybrané společnosti včetně stanovení finančních toků, které jsou vlivu daného tržního rizika vystaveny. Dochází zde tedy k identifikaci, dle které je dáno, jak volatilita tržních sazeb působí na vybraný finanční výsledek. Celý proces je prováděn formou rovnic, modelů či očekávaných finančních výkazů. Pro různé podniky může být tento proces specifický.

Po identifikování rizik a finančních toků, které jsou vystaveny působení zmapovaných rizikových faktorů je nutné stanovit vazby proměnných na danou složku, a to pomocí rovnic, modelů, či předběžné podoby finančních výkazů. Nejjednodušší je vazba lineární, kdy daný finanční tok (např. tržby z prodeje vlastních výrobků a služeb) je funkcí rizikového faktoru (např. devizového kurzu) a dalších konstantních proměnných (objem prodeje aj.). V tomto případě se tedy předpokládá, že změny daného finančního toku jsou dány pouze volatilitou rizikového faktoru. Složitější postup je ten, kdy dochází k zohlednění možných vlivů proměnných mezi sebou navzájem.

Následující tabulka 2.2 obsahuje demonstrativní výčet vybraných složek, jež ovlivňují výši výsledku hospodaření a k těmto jsou uvedena relevantní tržní rizika.

Tab. 2.2 Relevantní tržní rizika vybraných složek výsledku hospodaření

Složka VH	Tržní riziko
Výnosy mezi podniky a zeměmi	Měnové a komoditní riziko
Náklady na prodej statků mezi podniky a zeměmi	Měnové a komoditní riziko
Ostatní provozní náklady vzniklé stykem mezi podniky a zeměmi	Měnové a komoditní riziko
Nákladové úroky	Úrokové riziko
Kurzové zisky/ztráty z přecenění	Měnové riziko
Zisky a ztráty z finančních operací	Měnové, úrokové, komoditní riziko, riziko změn hodnoty vlastního kapitálu

Zdroj: LEE, A. *CorporateMetrics Technical Document*

V případě že společnost pro analýzu zvolí jako finanční výsledek místo výsledku hospodaření cash flow, budou analyzovány jiné položky. Následující tabulka 2.3 obsahuje obrazný výčet možných složek peněžních toků, včetně rizikových faktorů, které tyto položky mohou ovlivňovat.

Tab. 2.3 Relevantní tržní rizika vybraných složek cash flow

Složka CF	Tržní riziko
Příjmy z prodeje	Měnové, komoditní riziko
Výdaje spojené s prodejem	Měnové, komoditní riziko
Ostatní výdaje (na smlouvy, daně aj.)	Měnové riziko
Výdaje na investice	Měnové, úrokové, komoditní riziko, riziko změn hodnoty vlastního kapitálu
Výdaje spojené s finančními aktivitami	Měnové, úrokové riziko, riziko změn hodnoty vlastního kapitálu

Zdroj: LEE, A. *CorporateMetrics Technical Document*

2.3.3 Generování scénářů

V dalším kroku je nutné předpovídat budoucí vývoj tržních sazeb, které determinují finanční výsledky, jež se společnost rozhodla analyzovat. Predikce tržních sazeb je prováděna prostřednictvím scénářů vývoje. Pro samotné generování scénářů budoucího možného vývoje těchto sazeb je nezbytné nejprve vytvořit predikční modely, které budou použity pro odhad pravděpodobnostního rozdělení vybraných tržních sazeb neboli původně pozorovaných hodnot tržních sazeb během zvoleného časového horizontu, případně více časových horizontů. Klíčové je, aby časový horizont generovaných scénářů odpovídal časovému horizontu predikce finančních výsledků.

Metod prognózování na delší časový horizont existuje více. Je možné vycházet z aktuálních tržních informací, jako jsou například forwardové sazby nebo tržní ceny finančních derivátů, kdy jsou následně využívány modely tzv. náhodné procházky. V případě této metody je velkou výhodou odvozování funkcí rozdělení pravděpodobnosti z aktuálních tržních dat, a také jednoduchost aplikace daného způsobu prognózování. Naopak nevýhodou je to, že pro využití tohoto modelu je potřebné mít dostatek vhodných dat, a to je v případě málo rozvinutých trhů značný problém.

Další metodou prognózování jsou ekonometrické modely, které vycházejí z makroekonomických a historických dat finančních trhů, ale jejich použití je v porovnání s modely náhodné procházky komplikovanější (Lee, 1990).

V rámci prognózování je rovněž možné, aby si uživatel vytvořil vlastní specifický model, který by mohl zohlednit osobité zájmy či předpoklady daného podniku.

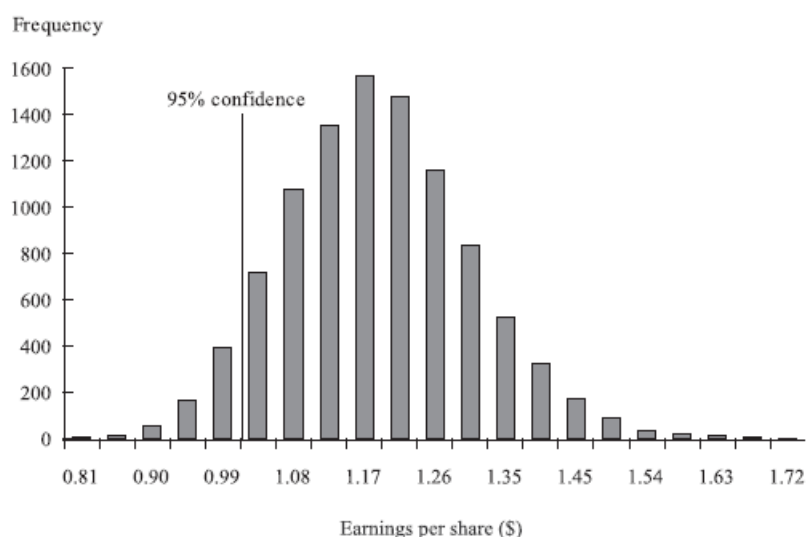
Každá ze zmiňovaných metod má určité výhody a nevýhody a ani jedna z nich není univerzálně použitelná nebo jednoznačně nejlepší. Ideální je jednotlivé metody

kombinovat v daných konkrétních podmínkách a následně porovnat dosažené výsledky (Lee, 1990).

2.3.4 Zpracování scénářů

V následující fázi již dochází k aplikaci generovaných scénářů budoucího možného vývoje vybraných tržních sazeb na zvolené finanční veličiny. Výsledkem tohoto kroku je rozdělení pravděpodobnosti předpokládaných budoucích finančních výsledků, například v případě zisku na akcii skrze EPSaR (viz obr. 2.1) odpovídajícím různým hodnotám tržních sazeb. Následně je již možné určit maximální finanční ztrátu, způsobenou volatilitou tržních faktorů, vůči stanovenému cíli, a to na určeném stupni významnosti, který je obvykle 95 %.

Obr. 2.1 Pravděpodobnostní rozdělení EPS



Zdroj: LEE, A. *CorporateMetrics Technical Document*

2.3.5 Výpočet míry rizika

V poslední části, tedy po sestavení rozdělení pravděpodobnosti zvoleného finančního výsledku je možné vypočítat statistické charakteristiky popisující rozdělení. Těmi mohou být:

- maximální výše ztráty, která představuje hodnotu, o kterou může finanční výsledek maximálně klesnout vůči zvolenému cíli na zvoleném stupni spolehlivosti,
- stupeň spolehlivosti, který udává výši pravděpodobnosti, že daný finanční výsledek nebude nižší než určený interval spolehlivosti,

- průměrná výše ztráty představuje střední neboli očekávanou hodnotu možného poklesu finančního výsledku,
- směrodatná odchylka udává symetrickou disperzi predikované veličiny od střední neboli očekávané hodnoty.

2.4 Statistický odhad vstupních parametrů modelu predikce

Pro vytvoření predikčního modelu, který je nezbytný pro generování scénářů budoucího možného vývoje finančních veličin, je potřeba odhadnout jeho parametry. Pro odhad parametrů predikčního modelu slouží vstupní data, která je nutné nejprve upravit. Vstupními daty jsou časové řady vývoje rizikových faktorů. Daná podkapitola obsahuje možné způsoby úprav zvolených časových řad včetně popisu nejčastějších rozdělení pravděpodobnosti cenových změn.

2.4.1 Cenové změny

Vstupní data je potřeba převést z jejich absolutní podoby na cenové změny neboli výnosy, které mohou být jak kladné, tak i záporné. Způsobů provedení těchto cenových změn, resp. postupů výpočtů výnosů existuje několik:

1. Absolutní výnos (D_t)

Absolutní výnos je dán absolutním rozdílem mezi dvěma po sobě následujícími cenami, což lze zapsat:

$$D_t = P_t - P_{t-1}, \quad (2.1)$$

kde P_t je cena v čase t a P_{t-1} představuje cenu v předcházejícím období $t-1$.

2. Relativní výnos (R_t)

Relativní neboli diskrétní výnos je získán podílem absolutního výnosu a výchozí cenou a je vyjádřen v procentech,

$$R_t = \frac{P_t - P_{t-1}}{P_t}. \quad (2.2)$$

3. Logaritmický výnos (L_t)

V rámci CorporateMetrics je nejvíce využíván logaritmický neboli spojitý výnos, který lze spočítat dle následujícího vzorce (2.3),

$$L_t = \ln \frac{P_t}{P_{t-1}} = \ln(1 + R_t) = \ln P_t - \ln P_{t-1}. \quad (2.3)$$

Důvodem nejčastějšího používání je minimalizace výkyvů ve vývoji, což vede ke zpřesnění modelu a abstrakci od cenové úrovně.

2.4.2 Rozdělení pravděpodobnosti

Obsahem dané podkapitoly je charakteristika vybraných druhů rozdělení pravděpodobnosti, které je potřeba stanovit vždy ještě před stanovením predikčního modelu. Nejčastějšími typy rozdělení pravděpodobností jsou normální, normované normální a logaritmicko-normální rozdělení, které jsou dále popsány.

Normální rozdělení pravděpodobnosti $N(\mu, \sigma^2)$

Normální rozdělení nebo také Gaussovo rozdělení je jedním z nejběžnějších a nejdůležitějších rozdělení pravděpodobnosti spojité náhodné veličiny. Důležitost tohoto typu rozdělení ukazuje tzv. centrální limitní věta, dle které platí, že součet nebo také aritmetický průměr velkého počtu libovolných navzájem nezávislých náhodných veličin se vždy podobá normálnímu rozdělení náhodné veličiny. Ačkoliv je v praxi málokteré rozdělení přesně normální, za určitých podmínek normální rozdělení pravděpodobnosti aproximuje řadu jiných pravděpodobnostních rozdělení, a to jak spojitých, tak diskrétních. (Hradecký et al., 1998)

Rozdělení má dva parametry, a to střední hodnotu (μ), která je parametrem plochy a rozptyl (σ^2), jež je parametrem variability a udává rozptýlenost hodnot kolem střední hodnoty. Platí, že:

$$E(X) = \mu, \quad (2.4)$$

$$D(X) = \sigma^2. \quad (2.5)$$

Funkce hustoty pravděpodobnosti má následující tvar:

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}, \quad (2.6)$$

kde x představuje náhodné veličiny X , přičemž $x \in (-\infty, \infty)$ a σ představuje směrodatnou odchylku hodnot.

Grafem této funkce je Gaussova křivka, jež je symetrická kolem střední hodnoty, kde funkce nabývá svého maxima, zároveň platí, že čím vyšší je hodnota rozptylu, tím je tato křivka plošší.

Normované normální rozdělení pravděpodobnosti $N(0,1)$

Normované normální rozdělení je speciálním případem normálního rozdělení pravděpodobnosti, které je využíváno v metodologii CorporateMetrics. Náhodná veličina X z $N(\mu, \sigma^2)$ bývá často převáděna, respektive normována na veličinu U z $N(0,1)$, dle následující rovnice 2.7:

$$U = \frac{X - \mu}{\sigma}, \quad (2.7)$$

kde hodnoty parametrů μ a σ vycházejí z původního normálního rozdělení.

Toto rozdělení pravděpodobnosti má rovněž 2 základních parametry, jako v předchozím případě, tedy střední hodnotu (μ) a rozptyl (σ^2), které však vždy nabývají stejných hodnot, a to:

$$\mu = E(U) = 0, \quad (2.8)$$

$$\sigma^2 = D(U) = 1. \quad (2.9)$$

Funkce hustoty pravděpodobnosti normovaného normálního rozdělení má následující tvar,

$$f(u) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{u^2}{2}}, \quad (2.10)$$

kde u představují hodnoty normované normální veličiny U , přičemž $u \in (-\infty, \infty)$.

Graf této funkce hustoty má srovnatelný symetrický tvar jako případě grafu normálního rozdělení pravděpodobnosti, avšak se zohledněním statických hodnot parametrů.

Logaritmicko-normální rozdělení pravděpodobnosti $LN(\mu, \sigma^2)$

Tento typ rozdělení pravděpodobnosti může mít náhodná veličina, jejíž hodnoty jsou nezáporné, tedy kladné, případně nulové a nerovnoměrně rozdělené. Například se může jednat o mzdové rozložení ve společnosti. Pochází-li náhodná proměnná Y

z normálního rozdělení pravděpodobnosti $N(\mu, \sigma^2)$, poté platí, že náhodná veličina $X = e^Y$ má logaritmicko-normální rozdělení $LN(\mu, \sigma^2)$.

Logaritmicko-normální rozdělení pravděpodobnosti má rovněž dva parametry μ a σ^2 , pro které platí:

$$\mu = E(Y) = E(\ln X), \quad (2.11)$$

$$\sigma^2 = D(Y) = D(\ln X). \quad (2.12)$$

Funkce hustoty pravděpodobnosti logaritmicko-normálního rozdělení pravděpodobnosti má následující podobu:

$$f(x) = \frac{1}{x\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(\ln x - \mu)^2}{2\sigma^2}} \text{ pro } x > 0. \quad (2.13)$$

Graf hustoty pravděpodobnosti logaritmicko-normálního rozdělení pravděpodobnosti se dle charakteru náhodné veličiny nachází pouze v nezáporné části os, je symetrický a má jeden vrchol.

2.5 Stochastické procesy

Stochastickými procesy se myslí tzv. náhodné procesy, které nejsou deterministické. Pokud se určitá finanční aktiva vyvíjejí dle stochastického procesu, znamená to, že nejsou jasně stanoveny a známy jednotlivé proměnné, které tato aktiva ovlivňují. Vývoj takových aktiv tedy ovlivňuje nějaká náhodná složka, která pochází z určitého pravděpodobnostního rozdělení, např. normovaného normálního.

Na základě rozlišení procesů na deterministické a stochastické, rozlišujeme rovněž finanční modely, kdy v případě deterministického procesu lze říct, že výstup je plně určen parametry veličiny a počátečními podmínkami, v případě stochastických procesů finanční modely pracují s prvkem náhodnosti, k čemuž se využívá generátor pseudonáhodných čísel. Náhodnost je ovšem možné zapracovat rovněž do deterministických modelů, jako například v případě simulace Monte Carlo (viz. podkapitola 2.7).

Stochastické procesy lze dále členit na základě dvou kritérií, a to dle podoby indexové množiny T a dle typů oborů hodnot, které mohou náhodné veličiny nabývat.

Dle prvního zmiňovaného kritéria rozlišujeme stochastické procesy v diskrétním a spojitém čase. O stochastické procesy v diskrétním čase se jedná v případě, kdy indexová množina T , ze které pochází hodnoty t , jež vyjadřují čas, obsahuje diskrétní hodnoty a jedná se tedy o konečnou množinu. V případě stochastického procesu ve spojitém čase je T intervalem.

Dle druhého zmiňovaného kritéria rozlišujeme stochastické procesy na ty s diskrétními hodnotami, kdy je změna stavu určité veličiny způsobena pouze při jistých událostech a na procesy se spojitými hodnotami, kdy se veličina mění průběžně.

Následující podkapitoly obsahují obecnou charakteristiku vybraných stochastických procesů.

2.5.1 Specifický Wienerův proces

Specifický Wienerův proces je druh stochastického procesu se spojitými hodnotami ve spojitém čase. Tento je základním elementem dalších stochastických procesů a v rámci finančního modelování je nejpoužívanějším. V případě tohoto náhodného procesu je potřeba nejprve stanovit dva počáteční předpoklady. Odhadovaná výše veličin není nijak ovlivněna historickými hodnotami, ale pouze aktuálními a zároveň přírůstky hodnot veličin, k nimž v čase dochází, na sobě nejsou nijak závislé.

Specifický Wienerův proces má následující tvar,

$$\tilde{z}_{0+dt} - z_o \equiv d\tilde{z} = \tilde{\varepsilon} \cdot \sqrt{dt}, \quad (2.14)$$

kde $\tilde{z}_{0+dt} - z_o$, respektive $d\tilde{z}$ znamená přírůstky ceny aktiva z za nekonečně malou změnu času dt , $\tilde{\varepsilon}$ představuje náhodnou veličinu z $N(0,1)$.

Platí-li, že výnosy, respektive změny cen jsou výhradně stochastické a zároveň se řídí normovaným normálním rozdělením, pak platí, že

$$E(dz) = 0, \quad (2.15)$$

$$\sigma^2(dz) = dt, \quad (2.16)$$

$$\sigma(dz) = \sqrt{dt}. \quad (2.17)$$

Pro případ, že jsou sledovány vývoje po dobu k intervalů, při dt délce každého intervalu platí,

$$\tilde{z}_T - z_0 = \sum_{i=1}^k \tilde{\varepsilon}_i \cdot \sqrt{dt} . \quad (2.18)$$

Pak tedy platí, že

$$E(\tilde{z}_T) = 0 , \quad (2.19)$$

$$\sigma^2(\tilde{z}_T) = k \cdot dt = T , \quad (2.20)$$

$$\sigma(\tilde{z}_T) = \sqrt{T} . \quad (2.21)$$

2.5.2 Brownovy procesy

Do skupiny Brownových procesů patří aritmetický Brownův proces a geometrický Brownův proces. Aritmetický Brownův proces vychází ze specifického Wienerova procesu a bývá označován jako zobecněný Wienerův proces. Tento má následující podobu,

$$dx = \mu \cdot dt + \sigma \cdot d\tilde{z} , \quad (2.22)$$

kde dx představuje výnos finančního aktiva x za nekonečně malou změnu času dt , μ znamená průměrný výnos a σ je směrodatná odchylka v obou případech obvykle za rok (Zmeškal et al., 2013).

Proměnné daného procesu jsou konstantní a na ostatních hodnotách nezávislé. Střední hodnota a rozptyl pro tento proces mají následující tvar,

$$E(dx) = \mu \cdot dt , \quad (2.23)$$

$$E(x_T) = x_0 + \mu \cdot T , \quad (2.24)$$

$$\sigma^2(dx) = \sigma^2 \cdot dt , \quad (2.25)$$

$$\sigma^2(x_T) = \sigma^2 \cdot T . \quad (2.26)$$

Druhou verzí Brownova procesu je již zmíněný, pro případ modelování tržních cen často využívaný, geometrický Brownův proces, který je exponenciální verzí předchozího procesu. V tomto případě má cena exponenciální průběh nikoliv lineární trend, jako tomu bylo v předchozím případě (Zmeškal et al., 2013)

Geometrický Brownův proces má následující tvar,

$$dx = \mu \cdot x \cdot dt + \sigma \cdot x \cdot d\tilde{z} , \quad (2.27)$$

v relativním vyjádření pak,

$$\frac{dx}{x} = \mu \cdot dt + \sigma \cdot d\tilde{z}. \quad (2.28)$$

Geometrický Brownův proces je vhodný pro vyjádření relativního výnosu finančního aktiva, kdy

$$E(dx) = \mu \cdot dt, \quad (2.29)$$

$$\sigma^2(dx) = \sigma^2 \cdot dt. \quad (2.30)$$

V rámci vyjádření logaritmických spojitých výnosů neboli cenových změn aktiva X má tento proces následující tvar,

$$d \ln X = \alpha \cdot dt + \sigma \cdot d\tilde{z}, \quad (2.31)$$

kde $\alpha = \mu - \frac{\sigma^2}{2}$ a $\mu = \ln \frac{X_T}{X}$, tedy budoucí cena aktiva je stanovena takto,

$$X_T = X_0 \cdot \exp(\alpha \cdot T + \sigma \cdot d\tilde{z}), \quad (2.32)$$

a dále střední hodnota budoucí ceny a její rozptyl takto,

$$E(X_T) = X_0 \cdot \exp(\mu \cdot T), \quad (2.33)$$

$$\sigma^2(X_T) = X^2 \cdot \exp(2 \cdot \alpha \cdot T) \cdot [\exp(\sigma^2 \cdot T) - 1]. \quad (2.34)$$

V geometrickém Brownovu procesu se často používá logaritmovaná časová řada původních cen (Cipra, 2013).

2.5.3 Mean-reversion procesy

Brownovy procesy nejsou vhodné pro modelování všech veličin, které se vyvíjejí náhodně. Pro modelování náhodného vývoje cen akcií, jsou Brownovy procesy většinou nejvhodnější ze všech stochastických procesů, ale pro modelování veličin, které mají v delších časových úsecích tendenci návratu k dlouhodobým rovnováhám, jako jsou například úrokové sazby, jsou vhodné modely pro tzv. mean-reversion procesy, respektive reverzní procesy. V daných modelech tedy pracujeme s parametrem pro dlouhodobou rovnováhu a rychlost přibližování sazeb k této dlouhodobé rovnováze. Do skupiny mean-reversion procesů spadá velké množství různých modelů, ale v této práci budou popsány pouze dva nejvyužívanější, přičemž první z nich je v práci přímo využit, proto je mu věnována větší pozornost.

Vašíčkův model

Vašíčkův model je jedním z nejvýznamnějších reverzních modelů. Tento model respektuje empiricky zjištěnou vlastnost úrokových sazeb (na které byl prvně aplikován), kterou je návrat k dlouhodobé rovnováze b s parametrem rychlosti přibližování k dané dlouhodobé rovnováze a . Nevýhoda tohoto modelu je, že připouští záporné hodnoty, které v praxi nejsou vždy realistické (Zmeškal et al., 2013)

V případě využití logaritmických cen proces vychází z následující rovnice,

$$dP = a \cdot (b - \ln P) \cdot dt + \sigma \cdot d\tilde{z}, \quad (2.35)$$

kde dP představuje změnu ceny, a je rychlost přibližování veličiny ke své dlouhodobé rovnováze b , P je výchozí cena a $d\tilde{z} = \tilde{\varepsilon} \cdot \sqrt{dt}$, kde $\tilde{\varepsilon}$ je náhodná veličina z $N(0, 1)$.

Vašíčkův model má aritmetickou i geometrickou verzi. Aritmetická verze (viz rovnice 2.35) má však již zmíněný nedostatek z důvodu, že připouští výskyt záporných hodnot, proto je v práci využita geometrická verze Vašíčkova modelu s logaritmickými cenami, kdy predikci budoucí ceny lze určit dle následující rovnice (2.36),

$$P_t = P_{t-1} \cdot \exp[a \cdot (b - \ln P_{t-1}) \cdot \Delta t + \sigma \cdot d\tilde{z}], \quad (2.36)$$

kde Δt představuje délku každého intervalu.

Rovnice pro výpočet střední hodnoty budoucí ceny má následující tvar,

$$P_t = P_{t-1} \cdot \exp[a \cdot (b - \ln P_{t-1}) \cdot \Delta t]. \quad (2.37)$$

V rámci tohoto procesu je dále nezbytné dopočítat výši jeho výchozích parametrů a , b a σ , a to například pomocí metody nejmenších čtverců. Princip této metody spočívá v minimalizaci sumy kvadratických odchylek ε_i empirických hodnot závisle proměnné od hodnot generovaných (Hindls et al., 2002).

Matematicky lze tento proces zapsat takto,

$$Q = \sum_{i=1}^n \varepsilon_i^2 \rightarrow \min. \quad (2.38)$$

V prvním kroku je potřeba převést Vašíčkův model na lineární tvar,

$$dP = \hat{\alpha} + \hat{\beta} \cdot P_{t-1} + \varepsilon, \quad (2.39)$$

kde $\hat{\alpha}$ a $\hat{\beta}$ představují nezávislé parametry a jejich výpočet je možné provést pomocí funkce *Regrese* v MS Excel a ε je odchylka reziduí neboli náhodná složka. V této práci jsou závislou proměnnou spojité výnosy a nezávislou proměnnou zlogaritmovaná časová řada cen.

Konečně je možné dopočíst hodnoty odhadovaných parametrů, a to dle následujících vztahů,

$$a = -\frac{\hat{\beta}}{\Delta t}, \quad (2.40)$$

$$b = \frac{\hat{\alpha}}{a} \cdot \Delta t, \quad (2.41)$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^n \varepsilon_i^2}{\Delta t}}, \quad (2.42)$$

přičemž výši směrodatné odchylky lze vypočítat také ze spojitých výnosů dle funkce *SMODCH.P* v MS Excel.

Cox-Ingersoll-Ross model

Tento model je dalším z reverzních modelů a je obdobný jako Vašíčkův model. Oproti aritmetické verzi Vašíčkova modelu je zde však zamezen výskyt záporných hodnot odhadovaných veličin, tedy je více realistický. Zápis tohoto modelu má následující tvar,

$$dP = a \cdot (b - P) \cdot dt + \sigma \cdot \sqrt{P} \cdot dZ. \quad (2.43)$$

Oproti Vašíčkově modelu je zde navíc \sqrt{P} , jež znamená, že rozptyl se s růstem cen zvyšuje, tedy není konstantní, ale je úměrný právě výši ceny. Díky tomuto je eliminována eventualita záporných hodnot.

2.6 Statistické testování

V následující části je popsáno statistické testování významnosti sestaveného predikčního modelu a jeho koeficientů. Pro statistické testování je nejprve nezbytné určit hladinu významnosti α , na které budou prováděna rozhodnutí. Obvykle je přistupováno k úrovni 5 %.

Dále je potřeba určit hypotézy, které jsou zpravidla dvojího typu, a to nulová a alternativní. Hypotézou se myslí předpoklad o tom, zda náhodný výběr má dané

pravděpodobnostní rozdělení, nebo zda parametr rozdělení nabývá určitých (očekávaných) hodnot (Hindls et al., 2002).

Nulová hypotéza (H_0) představuje obecné tvrzení, které je předmětem testování. Alternativní hypotéza (H_A) je jakékoliv jiné tvrzení, jež vyvrací tvrzení původní, tedy nulovou hypotézu.

Na základě výsledků provedených statistických testů je dále rozhodnuto o přijetí, případně zamítnutí nulové hypotézy. Pokud dojde k zamítnutí nulové hypotézy, dochází zároveň k přijetí hypotézy alternativní. Naopak pokud je nulová hypotéza přijata, alternativní hypotéza se zamítá. Rozhodnutí je možné učinit dle kritického oboru, který je dán tak, aby k nesprávnému zamítnutí, respektive přijetí H_0 došlo pouze na stanovené hladině významnosti α (Cipra, 2013).

V případě, že vypočtená hodnota testové statistiky leží v kritickém oboru, dochází k zamítnutí nulové hypotézy H_0 a přijetí alternativní hypotézy H_A . Druhá možnost statistického testování je s využitím p -hodnoty, která představuje maximální hodnotu α , při které by nedošlo k zamítnutí H_0 . Nulová hypotéza je zamítnuta tehdy, když p -hodnota je nižší než zvolená hladina významnosti. Třetím a zároveň posledním a nejméně využívaným způsobem je užití intervalu spolehlivosti. Důležité je, že všechny zmíněné způsoby musí vždy vést ke stejným závěrům o hypotézách.

2.6.1 Statistické testování koeficientů predikčního modelu

Pro testování statistické významnosti koeficientů zvoleného modelu je využíván tzv. t -test, který vychází z t -statistiky a má Studentovo rozdělení pravděpodobnosti (t -rozdělení). Cílem tohoto testu je rozhodnout o tom, zda je vhodné zahrnout do modelu úrovnovou konstantu nebo jednotlivé regresní parametry, zda tedy zpřesňují zvolený model nebo je lepší je pro statistickou nevýznamnost z modelu vyřadit. Parametrem t -rozdělení je pouze počet stupňů volnosti df a T -statistika je určena dle následující rovnice,

$$t_{df} = \frac{\hat{\beta}_i - 0}{SE_{\hat{\beta}_i}}, \quad (2.44)$$

kde $SE_{\hat{\beta}_i}$ představuje odhadnutou směrodatnou odchylku koeficientu $\hat{\beta}_i$.

V rámci tohoto testování se rozhoduje o nulovosti koeficientu $\hat{\beta}_i$. Nulová hypotéza tedy představuje tvrzení, že regresní koeficient $\hat{\beta}_i$ je roven nule, naopak alternativní hypotézou je pak nenulovost daného koeficientu. Matematický zápis obou hypotéz má následující podobu,

$$H_0 : \hat{\beta}_i = 0 , \quad (2.45)$$

$$H_1 : \hat{\beta}_i \neq 0 . \quad (2.46)$$

Rozhodnutí o přijetí, či zamítnutí hypotéz je tedy možné provést několika způsoby. Jedním ze způsobů je možnost porovnat hodnotu t -statistiky vypočtené (t^{vyp}), která je současně odhadem výše koeficientu $\hat{\beta}_i$ s kritickou hodnotou (t^{krit}), která vymezuje kritický obor. Kritické hodnoty t -statistiky představují kvantily t -rozdělení, jež jsou ovlivněny danou hladinou významnosti α a počtem stupňů volnosti df (Bedáňová, 2012).

Výpočet hodnot testové statistiky má následující podobu,

$$t_{df}^{vyp} = \frac{\hat{\beta}_i}{SE_{\hat{\beta}_i}} , \quad (2.47)$$

$$t_{\alpha/2;df}^{krit} = ST_{df}^{-1}(\alpha / 2) , \quad (2.48)$$

kde ST představuje distribuční funkci t -rozdělení a $ST_{df}^{-1}(\alpha / 2)$ je jeho inverzní funkce na hladině významnosti $\alpha / 2$ a s počtem stupňů volnosti df .

Nastane-li situace, kdy při oboustranném t -testu dojde k tomu, že $|t_{df}^{vyp}| > t_{\alpha/2;df}^{krit}$, pak to znamená, že se hodnota t -statistiky vypočtené nalézá v kritickém oboru a na základě toho dochází k zamítnutí H_0 a zároveň k přijetí H_1 . V případě opačného výsledku dochází naopak k zamítnutí hypotézy alternativní a k přijetí nulové hypotézy.

Další možnost rozhodování o přijetí, či zamítnutí hypotéz je využití p -hodnoty, která je určena dle následujícího vztahu,

$$p - hodnota_{df} = \alpha^{vyp} = ST_{df}(t_{df}^{vyp}) \cdot 2 . \quad (2.49)$$

Je-li p -hodnota nižší než α , dochází k zamítnutí H_0 a přijetí H_1 .

2.6.2 Testování statistické významnosti modelu

Pro testování statistické významnosti zvoleného modelu je využíván tzv. F -test, který vychází z F -statistiky a má Fisherovo rozdělení pravděpodobnosti (F -rozdělení). Cílem tohoto testu je rozhodnout o tom, zda je zvolený model statisticky významný a zda je tedy vhodný pro další užití k predikci. Vzorec pro výpočet testové statistiky F , má následující podobu,

$$F = \frac{ESS / df_{ESS}}{RSS / df_{RSS}} = \frac{MS_{ESS}}{MS_{RSS}}, \quad (2.50)$$

kde ESS představuje rozptyl vysvětlený regresí (součet čtverců modelu) a df_{ESS} jsou jemu připadající stupně volnosti, RSS znamená rozptyl nevysvětlený regresí (reziduální součet čtverců) a df_{RSS} jsou jemu připadající stupně volnosti, MS_{ESS} znamená průměrný vysvětlený rozptyl a MS_{RSS} je průměrný reziduální rozptyl.

Vzorce pro výpočet stupňů volnosti mají následující podobu,

$$df_{ESS} = k + 1, \quad (2.51)$$

$$df_{RSS} = T - (k + 1), \quad (2.52)$$

kde k vyjadřuje počet nezávislých parametrů a T je počet pozorování.

Model je na dané hladině významnosti statisticky významný, pokud alespoň jeden koeficient $\hat{\beta}_i$ je nenulový. Pokud bude model dle statistického testování nevýznamný, neměl by být použit k predikci. Hypotézy pro případ dvou koeficientů by měly následující podobu,

$$H_0 : \hat{\beta}_0 = \hat{\beta}_1 = 0 \quad (2.53)$$

$$H_1 : \hat{\beta}_0 \neq 0 \text{ nebo } \hat{\beta}_1 \neq 0, \text{ případně } \hat{\beta}_0, \hat{\beta}_1 \neq 0. \quad (2.54)$$

Rozhodování o přijetí/zamítnutí hypotéz lze provést stejnými způsoby jako v případě testování statistické významnosti jednotlivých koeficientů modelu. Jednou z možností může být opět srovnání hodnoty F -statistiky vypočtené (F^{vyp}) s kritickou (F^{krit}), které lze vypočítat dle následujících vzorců,

$$F_{df_{ESS}, df_{RSS}}^{vyp} = \frac{MS_{ESS}}{MS_{RSS}}, \quad (2.55)$$

$$F_{\alpha; df_{ESS}; df_{RSS}}^{krit} = FISH_{df_{ESS}; df_{RSS}}^{-1}(\alpha), \quad (2.56)$$

kde $FISH$ vyjadřuje distribuční funkci F -rozdělení a $FISH_{df_{ESS}; df_{RSS}}^{-1}$ je inverzní funkce při zvolené hladině významnosti.

Pokud je u jednostranného F -testu $F_{df_{ESS}; df_{RSS}}^{vyp} > F_{\alpha; df_{ESS}; df_{RSS}}^{krit}$, pak dochází k zamítnutí H_0 a zároveň přijetí H_1 .

Stejně jako v případě testování statistické významnosti koeficientů, lze také v tomto případě využít pro rozhodování o hypotézách p -hodnotu, kterou je možné určit následujícím způsobem,

$$p-hodnota_{df_{ESS}; df_{RSS}} = \alpha^{vyp} = FISH_{df_{ESS}; df_{RSS}}(F^{vyp}), \quad (2.57)$$

přičemž platí, že pokud je p -hodnota nižší než zvolená hladina významnosti α , pak dochází k zamítnutí H_0 a zároveň k přijetí H_1 .

2.7 Simulace Monte Carlo

Simulace Monte Carlo je jednou ze stochastických metod, která je typicky využívána pro simulace. Základním principem je určení střední hodnoty veličiny, jež je výsledkem náhodného vývoje. V dnešní době jsou tyto simulace klíčovým nástrojem nejen pro oceňování derivátů, ale také v rámci oblasti řízení rizik.

Pro simulaci Monte Carlo je typické, že vychází ze zákona velkých čísel, což v podmínkách simulací znamená, že se zvyšováním počtu nezávislých generovaných scénářů vývoje tržní sazby se očekávané, respektive teoretické charakteristiky (např. střední hodnota) přibližují skutečné charakteristice.

V rámci simulace je tedy pomocí generátorů náhodných či pseudonáhodných čísel, jež pocházejí z určitého rozdělení pravděpodobnosti, generováno velké množství scénářů náhodného vývoje rizikového faktoru. V rámci dané práce je toto provedeno pomocí funkce *Generátor pseudonáhodných čísel* v MS Excel a generovaná čísla vycházejí z normovaného normálního rozdělení. Generované scénáře poté vycházejí z daných náhodných čísel, jež jsou zakomponovány do příslušného stochastického procesu vývoje, který byl zvolen dle analýzy časové řady pozorovaných dat.

Poté co je získáno požadované množství scénářů vývoje rizikového faktoru, dochází k sestavení rozdělení pravděpodobnosti a odhadu jeho charakteristiky.

3 Charakteristika vybraného podniku

V této kapitole je obsažena charakteristika vybraného podniku. Pro aplikaci metodologie CorporateMetrics byl vybrán podnik Vítkovice, a.s. Kapitola obsahuje nejprve základní informace o této společnosti včetně historického vývoje, dále stručný popis její finanční situace v posledních letech a závěr kapitoly je věnován finančnímu plánu společnosti pro rok 2020.

3.1 Základní informace o vybraném podniku

Název firmy:	Vítkovice, a.s.
Právní forma:	akciová společnost
Identifikační číslo:	451 93 070
Datum vzniku společnosti:	31. 1. 1992
Sídlo společnosti:	Vítkovice 3020, 703 00 Ostrava
Základní kapitál:	132 792 030 Kč
Majitel společnosti:	Jan Světlík
Mateřská společnost:	Vítkovice Holding
Dceřiné společnosti	Vítkovice Power Engineering a.s., Vítkovice Mechanika a.s.

Společnost Vítkovice, a.s. je strojírenským podnikem se sídlem v Ostravě, která zajišťuje především technicko-organizační chod celého holdingu a poskytuje služby dceřiným a sesterským společnostem. V historii se Vítkovice, a.s. zabývaly také hutní prvovýrobou, ale dané provozy byly z většiny buď zrušeny nebo prodány. Akcie této firmy jsou obchodovány na burze RM-SYSTÉM.

Společnost založil Fond národního majetku České republiky a do obchodního rejstříku byla 31. ledna 1992 zapsána pod názvem VÍTKOVICE, akciová společnost. Ve skutečnosti se však tento podnik pyšní 190letou tradicí, protože první železárenská společnost vznikla ve Vítkovicích na základě rozhodnutí olomouckého arcibiskupa Rudolfa Jana Habsburského již v roce 1828 s cílem vyrábět zejména kolejnice pro nově budovanou dráhu z Vídně do Haliče. Po jistý čas byly Vítkovické železářny jediným výrobcem daného sortimentu v celé monarchii.

V osmdesátých letech 19. st. došlo k dostavění dalších provozů, kterými byly měďárna, válcovna trub a továrna na litou ocel. S rozvojem produkce rostl rovněž počet zaměstnanců, který již v roce 1893 přesáhl číslo 9 500. Pro zaměstnance se v té době začalo budovat velké množství různých obytných objektů a z venkovské obce se díky této společnosti stalo moderní průmyslové město a vznikly tzv. Nové Vítkovice. Zahájením provozu nejmodernějšího závodu v Evropě – nové ocelárny a válcovny v roce 1914, získaly Vítkovice značný náskok oproti konkurenci. Během období první světové války byla výroba podřízena zájmům válečného hospodářství a počet zaměstnanců se zvýšil až na 25 000. Po vzniku Československa měly Vítkovice zpočátku problémy kvůli rozpadu tradičního trhu, ale postupem času získávaly nová odbytiště až v roce 1937 dosáhly největšího rozmachu 19 917 115 tun surovin a výrobků.

Po druhé světové válce došlo ke znárodnění podniku a vznikl tak národní podnik Vítkovické železářny. V poválečném období se Vítkovice staly největším producentem oceli a druhým největším výrobcem ocelových trubek v republice.

Po změně politického režimu nedošlo pouze k rozpadu RVHP, ale rozpadl se také vítkovický koncern. V tomto období došlo ve společnosti k rozsáhlým personálním a organizačním změnám, byly zrušeny některé závody a vznikly podnikatelské jednotky, z nichž postupně vznikaly dceřiné společnosti. V roce 1992 byla založena akciová společnost Vítkovice, které se podařilo navzdory novým hospodářským podmínkám ihned prosadit na tuzemském i světovém trhu a realizovat řadu pozoruhodných kontraktů. V roce 1996 došlo ovšem z důvodu nekompetentních zásahů a řady nesprávných rozhodnutí vedení podniku k tomu, že na základě rozhodnutí vlády České republiky byla ukončena výroba surového železa a vysoké pece po 162 letech nepřetržitého provozu definitivně vychladly.

V roce 2003 přešla Vítkovice, a.s. do soukromého vlastnictví společnosti Lahvářna Ostrava pod vedením Ing. Jana Světlíka, který danou skupinu stabilizoval a navrátil ji zpět do konkurenceschopné podoby. Od září 2008 má skupina obchodní značku Vítkovice Machinery Group a doposud vlastní dvacet zlatých medailí z Mezinárodního světového veletrhu a patří k tradičním globálním strojírenským lídrům. V současnosti skupina disponuje moderní, rozsáhlou a unikátní výrobní základnou a know-how založeným na výzkumu a vývoji. Hlavním cílem Vítkovic je být globálním lídrem špičkových strojírenských technologií.

3.2 Finanční situace podniku v současné době

Obsahem této podkapitoly je stručná charakteristika finanční situace společnosti Vítkovice, a.s. v posledních letech. Pozornost je zde věnována vývoji provozního výsledku hospodaření, který je pro téma dané práce nejzásadnější finanční veličinou a zároveň je tato veličina vhodná pro posouzení finanční situace podniku. V závěru bude pro úplnost doplněn rovněž vývoj celkového výsledku hospodaření v členění na jednotlivé jeho části.

Následující tabulka 3.1 obsahuje údaje o vývoji provozních výnosů, provozních nákladů a provozního výsledku hospodaření v letech 2015–2019.

Tab. 3.1 Výše provozních výnosů, provozních nákladů a provozního výsledku hospodaření v letech 2015-2019

Název položky (v tis. Kč)	2015	2016	2017	2018	2019
Provozní výnosy	11 420 906	8 991 921	1 823 160	781 895	601 616
Provozní náklady	11 411 770	14 057 708	2 510 427	3 773 313	424 911
Provozní výsledek hospodaření	9 136	- 5 065 787	- 1 368 069	- 2 991 418	176 704

Zdroj: vlastní zpracování

Z tabulky je zřejmé, že výše všech položek obsažených v tabulce 3.1 byla během sledovaného období poměrně dost volatilní. V roce 2015 byla výše provozního výsledku hospodaření 9 136 000 Kč, a zároveň byly v tomto roce nejvyšší provozní výnosy. V roce 2016 se provozní výnosy snížily, provozní náklady naopak dosáhly během sledovaného období svého maxima, a to vedlo k tomu, že provozní výsledek dosáhl svého minima.

Od roku 2017 již výrazně poklesla nejen výše provozních výnosů, ale také provozní náklady a provozní výsledek hospodaření dosahoval rovněž nižší ztráty než v předchozím roce. V roce 2019 se firmě opět podařilo dosáhnout kladné výše provozního výsledku hospodaření, a to zejména díky výraznému poklesu výše provozních nákladů.

Následující tabulka 3.2 obsahuje výši jednotlivých složek výsledku hospodaření v letech 2015-2019.

Tab. 3.2 Vývoj jednotlivých složek výsledku hospodaření v letech 2015-2019

Název položky (v tis. Kč)	2015	2016	2017	2018	2019
Provozní výsledek hospodaření	9 136	- 5 065 787	- 1 368 069	- 2 991 418	176 704
Finanční výsledek hospodaření	- 176 917	- 151 500	- 3 139 918	- 217 791	- 85 683
Výsledek hospodaření za účetní období	- 103 908	- 5 501 763	- 4 553 277	- 3 238 377	18 693

Zdroj: vlastní zpracování

Z následující tabulky je zřejmé, že finanční výsledek hospodaření a výsledek hospodaření za účetní období byly oproti provoznímu výsledku hospodaření po celé

sledované období ve ztrátě. V roce 2017 došlo k extrémnímu poklesu finančního výsledku hospodaření, a to z důvodu že výrazně vzrostly náklady související s tvorbou rezerv a opravných položek ve finanční oblasti. O rok později byly rezervy ve finanční oblasti opět rozpuštěny a došlo tedy znovu k nárůstu finančního výsledku hospodaření, který se tak dostal na svou obvyklou výši v rámci sledovaného období. Celkový výsledek hospodaření za účetní období se díky kladnému provoznímu VH a nízké ztrátě v oblasti finančního VH dostal rovněž do kladných hodnot a činil tak v roce 2019 18 693 000 Kč.

3.3 Finanční plán pro rok 2020

V rámci predikce je rozlišována predikce deterministických a stochastických veličin. V rámci stochastických veličin, kdy je předpokládán vliv určitých rizikových faktorů probíhá predikce na základě sestavených predikčních modelů, dle postupu popsaného v kapitole druhé. Pro predikci deterministických položek, u nichž není uvažován vliv rizikových faktorů je nutné sestavit plán vývoje. Východiskem pro sestavení tohoto plánu jsou výkazy zisku a ztráty z let 2015-2019.

Tržby za prodej vlastních výrobků a služeb, stejně tak jako výše spotřeby materiálu a energie jsou položkami, u kterých je předpokládán vliv rizikových faktorů, tedy tyto nejsou součástí plánu, ale jejich predikce je náplní kapitoly čtvrté.

V případě tržeb za prodej zboží je dle váženého průměru temp změn v minulých letech odhadován pokles o bezmála 90 %, protože tato položka klesala po celou dobu sledovaného období a pro rok 2020 je očekáván stejný trend. Výše ostatních provozních výnosů by v roce 2020 měla zaznamenat pouze velmi mírný pokles o méně než 1 %, neboť hodnota této položky je poměrně vysoce stabilní.

V případě nákladů vynaložených na prodané zboží je očekáván stejný vývoj jako u tržeb za prodej zboží, a to tedy výrazný pokles o téměř 90 %. Výše těchto dvou položek je po celé sledované období téměř obdobná.

Náklady na služby se během sledovaného období pravidelně snižují, a toto je očekáváno rovněž pro rok 2020, kdy je predikován pokles o více než 20 %.

Změna stavu zásob vlastní činnosti se rovněž během období snižuje a pro rok 2020 je očekáván pokles o 13 %. U položky aktivace dochází k pravidelnému poklesu této nákladové položky o polovinu, a tato vývojová tendence je očekávaná také pro rok 2020.

V případě osobních nákladů je pro rok 2020 očekáván pokles o více než 32 %.

Pro položku určující výši nákladů souvisejících s úpravou hodnot v provozní oblasti je typická vysoká volatilita, predikce pro rok 2020 byla určena jako vážený průměr hodnot v rámci sledovaného období, kdy pro rok 2019 byla zvolena nejvyšší váha a pro rok 2015 naopak nejnižší a na základě výsledků je očekáván nárůst této položky na téměř 300 mil. Kč.

V případě ostatních provozních nákladů je rovněž zřejmá poměrně vysoká volatilita. Predikce této položky byla určena na základě váženého průměru temp změn a očekává se tedy pokles o více než 40 %.

4 Kvantifikace rizika pomocí metodologie CorporateMetrics

Obsahem dané kapitoly je kvantifikace rizika pomocí metodologie CorporateMetrics. Cílem je stanovení vlivu měnového a komoditního rizika na provozní výsledek hospodaření. Výsledkem bude pravděpodobnostní rozdělení provozního výsledku hospodaření společnosti za rok 2020 a určení jeho základních charakteristik.

Vzhledem k činnosti vybrané společnosti jsou uvažována tato rizika – měnové riziko na výstupu a komoditní a měnové riziko na vstupu. Společnost Vítkovice a.s. prodává část své produkce do zemí Evropské unie, tedy měnovým rizikem na výstupu je kurzové riziko CZK/EUR. Rizikovými faktory na vstupu jsou komoditní riziko v podobě ceny oceli, která je základní výrobní surovinou společnosti a zároveň kurzové riziko CZK/USD, protože společnost nakupuje ocel v zahraničí, zejména ze Spojených států amerických.

V první části kapitoly jsou nejprve tyto rizikové faktory popsány a následně jsou odhadnuty modely pro predikci jejich budoucího vývoje na základě minulého průběhu daných veličin. Pro všechny rizikové faktory je generováno 1 000 scénářů možného vývoje a ty jsou poté aplikovány na příslušné finanční veličiny, které jsou danými rizikovými faktory ovlivněny. V závěru celé kapitoly je proveden odhad budoucích možných provozních výsledků hospodaření včetně celkového shrnutí.

4.1 Popis rizikových faktorů

Rizikovými faktory vybrané společnosti jsou tedy vývoj kurzu CZK/EUR, CZK/USD a rovněž vývoj ceny oceli. Aby bylo možné vytvořit model pro predikci budoucích hodnot daných veličin vychází se v dané práci z historických řad týdenních měnových kurzů od 2.1.2014 do 23.10.2019 a týdenních hodnot ceny oceli od 29.11.2015 do 20.10.2019.

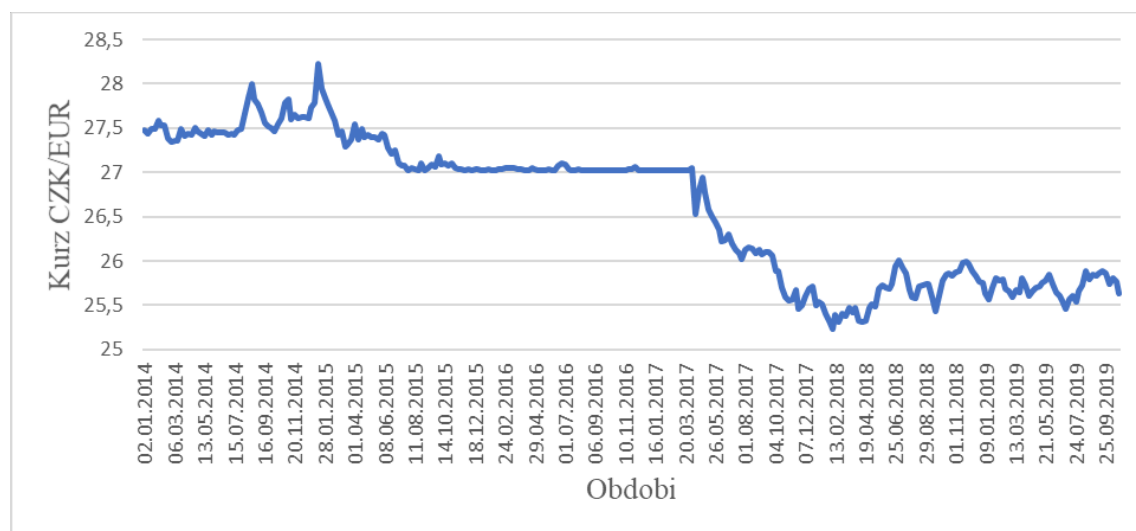
Následující podkapitoly skýtají grafické vyobrazení historického vývoje jednotlivých rizikových faktorů během celého sledovaného období. Vývoj devizových kurzů CZK/EUR, CZK/USD a ceny oceli v jednotlivých týdnech jsou uvedeny v Přílohách 4 až 6.

4.1.1 Devizový kurz CZK/EUR

Rizikovým faktorem na výstupu je devizový kurz CZK/EUR. Společnost Vítkovice a.s. prodává část své produkce do zemí Evropské unie a přijímá platby v eurech. Devizový kurz CZK/EUR tak ovlivňuje výši tržeb z prodeje výrobků, a tedy i provozní výsledek hospodaření. Tržby v eurech tvoří zhruba 60 % celkových tržeb společnosti. Vliv devizového kurzu CZK/EUR na celkové tržby z prodeje výrobků a služeb, potažmo na provozní výsledek hospodaření, je tedy poměrně výrazný.

V následujícím grafu 4.1 je znázorněn vývoj týdenních kurzů CZK/EUR, a to od 2.1.2014 do 23.10.2019.

Graf 4.1 Vývoj devizového kurzu CZK/EUR



Zdroj: Kurzy (2019), vlastní zpracování

Z grafu 4.1, ve kterém je znázorněn vývoj devizového kurzu CZK/EUR od 2.1.2014 do 23.10.2019, je zřejmé, že během sledovaného období došlo k poklesu hodnoty devizového kurzu CZK/EUR, což znamená, že česká koruna vůči evropské měně posilovala. Kurzové rozpětí je od 25,23 do 28,23 Kč za jedno euro. ČNB prováděla od listopadu roku 2013 do dubna roku 2017 měnové neboli devizové intervence za účelem dosažení inflačního cíle. Banka v období intervencí udržovala kurz koruny vůči euru nad stanovenou hranicí 27 Kč za 1 euro. Po ukončení intervencí v dubnu roku 2017 došlo k poklesu kurzu a ke konci sledovaného období se devizový kurz CZK/EUR pohyboval kolem hodnoty 25,5 Kč za 1 euro.

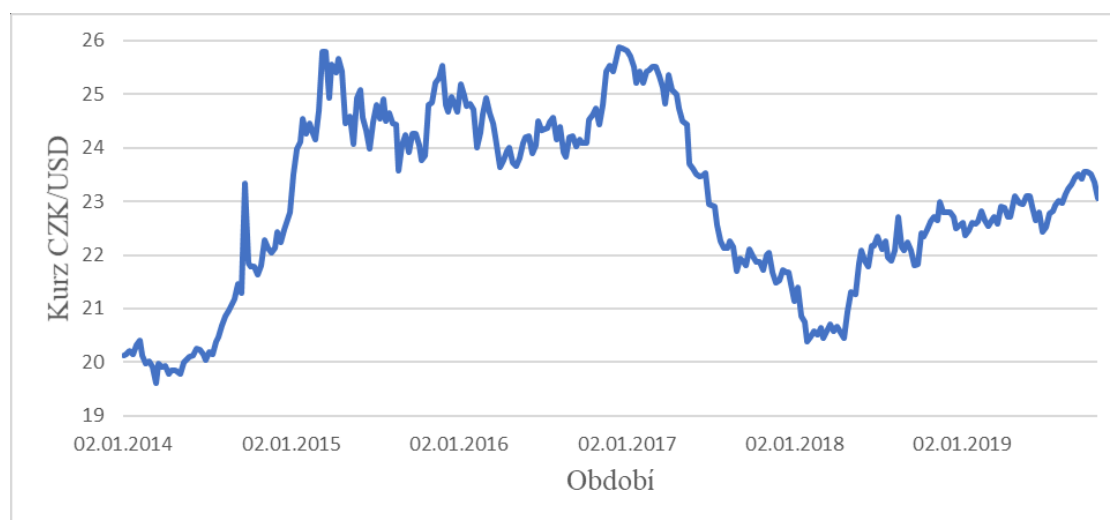
4.1.2 Devizový kurz CZK/USD

Jedním z rizikových faktorů působících na náklady firmy je výše devizového kurzu CZK/USD. Společnost Vítkovice a.s. nakupuje ocel, která je její základní výrobní

surovinou, v zahraničí. Nejčastěji ocel dováží ze Spojených států amerických a platí za ni v amerických dolarech. Náklady spojené s nákupem oceli v amerických dolarech tvoří přibližně 60 % z provozních nákladů na spotřebu materiálu a energie.

V následujícím grafu 4.2 je zobrazen vývoj týdenních kurzů CZK/USD, a to od 2.1.2014 do 23.10.2019.

Graf 4.2 Vývoj devizového kurzu CZK/USD



Zdroj: Kurzy (2019), vlastní zpracování

V grafu 4.2 je zobrazen vývoj devizového kurzu CZK/USD, a to od 2.1.2014 do 23.10.2019. Během sledovaného období došlo celkově k nárůstu hodnoty devizového kurzu CZK/USD, tedy došlo k oslabení české koruny vůči americkému dolaru. Dále lze na základě vyobrazeného grafu říct, že vývoj tohoto kurzu byl po celou dobu poměrně volatilní. K největšímu oslabení koruny vůči dolaru došlo během roku 2014, kdy koruna ztratila vůči dolaru skoro 15 %. Posilování dolaru bylo způsobeno především tím, že americká ekonomika jako jedna z mála rozvinutých ekonomik v roce 2014 rostla a zároveň za oslabením koruny vůči dolaru stojí zastropování kurzu CZK/EUR ze strany ČNB. Naopak k největšímu posílení koruny vůči dolaru došlo v roce 2017, a to po ukončení devizových intervencí ČNB. Kurzové rozpětí během celého sledovaného období bylo od 19,618 do 25,882 Kč za dolar a ke konci sledovaného období byl kurz 23,051 korun za dolar.

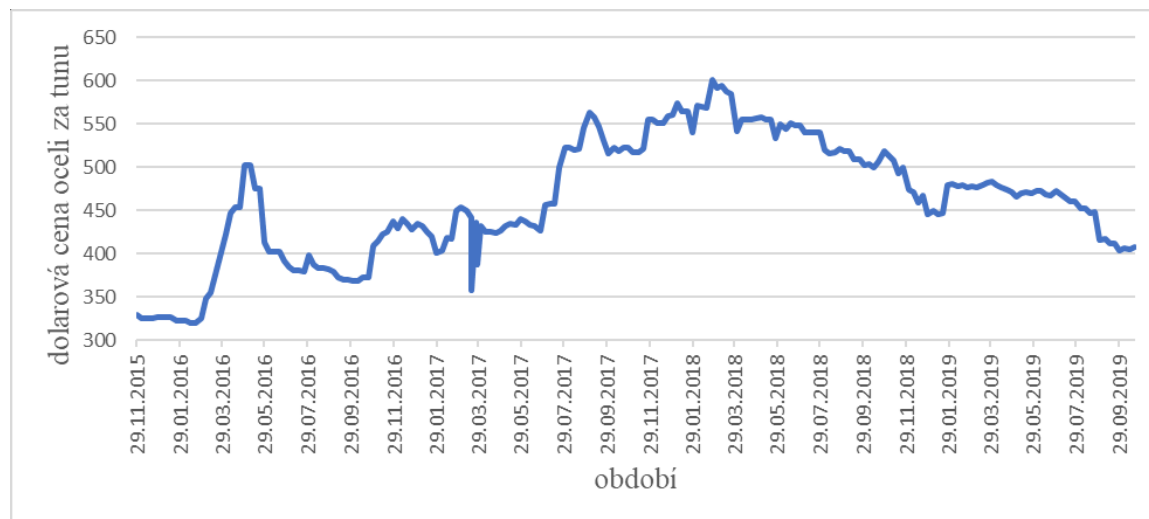
4.1.3 Komoditní cena oceli v dolarech

Dalším rizikovým faktorem působícím na náklady firmy je komoditní riziko související s volatilitou ceny oceli v dolarech. Základní výrobní surovinou společnosti Vítkovice a.s. je ocel, kterou nakupuje v zahraničí v dolarech. Vzhledem k tomu, že

přibližně 60 % nákladů na spotřebu materiálu a energie tvoří náklady na nákup oceli v dolarech je komoditní riziko vyplývající ze změn ceny oceli považováno za významné.

V grafu 4.3 je zobrazen vývoj ceny oceli za tunu v dolarech, a to od 29.11.2015 do 20.10.2019.

Graf 4.3 Vývoj ceny oceli za tunu v dolarech



Zdroj: Investing (2019), vlastní zpracování

V grafu 4.3 je zobrazen vývoj ceny oceli za tunu v dolarech od 29.11.2015 do 20.10.2019. V rámci sledovaného období cena oceli nejprve spíše rostla, a to do konce roku 2017 a následně spíše klesala. Celkově v rámci sledovaného období cena této komodity vzrostla, a to tak že na konci, tedy k 20.10.2019 byla již 407,5 dolarů za tunu, přičemž 2.1.2014 byla pouze 330 dolarů za tunu. Kurzové rozpětí bylo v rámci sledovaného období od 319,5 do 601 dolarů za tunu. Lze tedy říct, že cena oceli byla poměrně vysoce volatilní.

4.2 Odhad modelů pro predikci rizikových faktorů

V této kapitole je proveden odhad modelů jednotlivých rizikových faktorů. Pro odhad modelů existují dvě základní varianty, a to Mean-Reversion model nebo Geometrický Brownův model. První varianta je dle teoretických předpokladů vhodná pro časovou řadu, pro kterou je typické, že se přibližuje k určité dlouhodobé rovnováze. Druhý z modelů je používán pro časovou řadu, která vykazuje během sledovaného období určitý vývojový trend.

V dané práci je nejdříve aplikován jeden z Mean-Reversion modelů, a to Geometrický Vašíčkův model. Pro konstrukci tohoto modelu je nejprve potřebné vypočítat hodnotu spojitých výnosů příslušných časových řad dle (2.3) a dále časovou

řadu zlogaritmovat. V dalším kroku budou pomocí funkce Regrese v MS Excel zjištěny parametry α a β , přičemž vysvětlovanou proměnnou v regresní analýze jsou vypočtené spojité výnosy a vysvětlující proměnnou zlogaritmovaná časová řada cen. Zjištěné parametry jsou potřebné pro výpočet dalších parametrů a dle (2.40), b dle (2.41), dt a σ dle (2.42).

V poslední části jsou provedeny statistické verifikace odhadovaných modelů pomocí F-testu a T-testu. Pokud dle statistické verifikace dojde k zamítnutí statistické významnosti modelu nebo jeho parametrů, bude následně aplikován Geometrický Brownův model.

4.2.1 Odhad modelu pro predikci devizového kurzu CZK/EUR

Vzhledem k historickému vývoji devizových kurzů CZK/EUR vycházíme z předpokladu, že se daný kurz vyvíjí dle Mean-Reversion modelu. Pro odhad parametrů α a β Mean-reversion modelu je nutné provést regresní analýzu, a to pomocí funkce Regrese v programu MS Excel. Vysvětlovanou proměnnou regresní analýzy jsou spojité výnosy dle vzorce (2.3) a vysvětlující proměnnou zlogaritmovaná časová řada kurzů. Vypočtené parametry α a β jsou následně použity k výpočtu zbývajících parametrů a dle (2.40), b dle (2.41), dt a σ dle (2.42). V následující tabulce jsou zobrazeny výsledky dané funkce.

Tab. 4.1 Výsledky regresní analýzy devizového kurzu CZK/EUR

Regresní statistika					
Násobné R				0,050337588	
Hodnota spolehlivosti R				0,002533873	
Nastavená hodnota spolehlivosti R				-0,000905666	
Chyba stř. hodnoty				0,003351338	
Pozorování				292	
ANOVA					
	Rozdíl	SS	MS	F	Významnost F
Regrese	1	8,2741E-06	8,2741E-06	0,7366898	0,39143216
Rezidua	290	0,003257125	1,1231E-05		
Celkem	291	0,003265399			
	Koeficienty	Chyba stř. hodnoty	t Stat	Hodnota P	
Hranice	0,0183572	0,021665876	0,84728555	0,3975347	
Soubor X 1	-0.005667	0.006602539	-0.8583063	0.3914322	

Zdroj: vlastní zpracování

Po vypočtení regresní analýzy je potřeba provést statistickou verifikaci modelu a zjistit tak, jestli je model na obvyklé hladině významnosti 5 % statisticky významný. Pro posouzení statistické významnosti modelu jako celku je použit F-test, který spočívá v tom, že je porovnána F hodnota s hladinou významnosti 5 %. Statistická významnost parametrů α a β je ověřena pomocí T-testu, kde je porovnána p-hodnota s hladinou významnosti 5 %. Výsledky statistické verifikace jsou zachyceny v následující tabulce.

Tab. 4.2 Ověření statistické významnosti modelu a jednotlivých parametrů

F-test				
	hladina významnosti		F-hodnota	závěr
celý model	0,05	<	0,391	model není statisticky významný
T-test				
	hladina významnosti		p-hodnota	závěr
parametr α	0,05	<	0,398	parametr α není statisticky významný
parametr β	0,05	<	0,391	parametr β není statisticky významný

Zdroj: vlastní zpracování

Dle výsledků zobrazených v tabulce je zřejmé, že je hladina významnosti ve všech případech menší než porovnávaná statistika, nedochází tedy k potvrzení statistické významnosti modelu jako celku, ani jednotlivých parametrů.

Po zamítnutí Mean-Reversion modelu je nutné přejít k dalšímu modelu a testovat pomocí Geometrického Brownova modelu. Postup pro výpočet parametrů nového modelu je uveden v podkapitole 2.5.2. Výsledné hodnoty jsou uvedeny v Tab. 4.3.

Tab. 4.3 Hodnoty Geometrického Brownova modelu

μ	-0,00023801
σ	0,00334408
σ^2	1,11829E-05
α	-1,3308E-09

Zdroj: vlastní zpracování

Z výsledků nového modelu vyplývá, že dle záporné hodnoty parametru α má devizový kurz CZK/EUR klesající trend, který lze interpretovat tak, že během sledovaného období česká koruna vůči euru zhodnocuje.

Následující rovnice (4.1) Geometrického Brownova modelu je použita k predikci vývoje devizového kurzu pro rok 2020.

$$Kurz_t^{CZK/EUR} = Kurz_{t-1}^{CZK/EUR} \cdot e^{(-1,3308E-09+0,00334408 \cdot d\tilde{z})}, \quad (4.1)$$

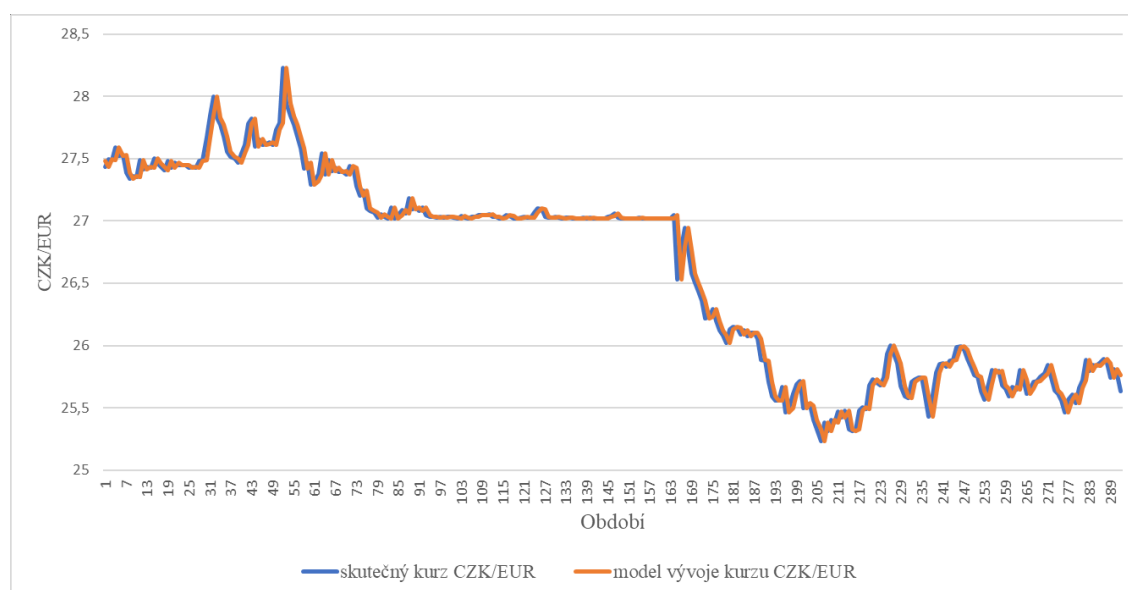
kde $Kurz_t^{CZK/EUR}$ představuje devizový kurz CZK/EUR v čase t a $Kurz_{t-1}^{CZK/EUR}$ představuje devizový kurz CZK/EUR v čase $t-1$.

Střední hodnota je dále určena dle následující rovnice:

$$E(Kurz_t^{CZK/EUR}) = Kurz_{t-1}^{CZK/EUR} \cdot e^{(-1,3308E-09 \cdot 1,292)} \quad (4.2)$$

V následujícím grafu 4.4 je srovnán skutečný vývoj týdenních devizových kurzů CZK/EUR s modelovaným vývojem, a to za celé sledované období od 2.1.2014 do 23.10.2019.

Graf 4.4 Srovnání skutečného a modelovaného vývoje devizového kurzu CZK/EUR



Zdroj: vlastní zpracování

Na základě vyobrazeného grafu 4.4 lze říct, že se křivka skutečného vývoje devizového kurzu CZK/EUR s křivkou modelovaného vývoje kurzů téměř překrývají. Model tedy takřka odpovídá skutečnosti.

4.2.2 Odhad modelu pro predikci devizového kurzu CZK/USD

Stejně jako u predikce devizového kurzu CZK/EUR i zde se nejprve předpokládá, že devizový kurz CZK/USD splňuje předpoklady Mean-Reversion modelu. V této podkapitole se postupuje stejně jako v podkapitole 4.2.1. Nejprve je provedena regresní analýza, kde je vysvětlující proměnnou zlogaritmovaná časová řada kurzů a vysvětlovanou proměnnou jsou spojitě výnosy. Z regresní analýzy budou zjištěny parametry α a β , které se následně použijí pro výpočet zbývajících parametrů a , b , dt a σ . V následující tabulce 4.4 jsou zobrazeny výsledky regresní funkce.

Tab. 4.4 Regresní analýza CZK/USD

Regresní statistika					
Násobné R				0,122088799	
Hodnota spolehlivosti R				0,014905675	
Nastavená hodnota spolehlivosti R				0,011508798	
Chyba stř. hodnoty				0,013620727	
Pozorování				292	
ANOVA					
	Rozdíl	SS	MS	F	Významnost F
Regrese	1	0,00081409	0,00081	4,3880526	0,037059129
Rezidua	290	0,053802015	0,00019		
Celkem	291	0,054616105			
	Koeficienty	Chyba stř. hodnoty		t Stat	Hodnota P
Hranice	0,07172752	0,034028278		2,1078798	0,035899388
Soubor X	-0,0227546	0,010862589		-2,094768	0,037059129

Zdroj: vlastní zpracování

V dalším kroku po provedení regresní analýzy je stejně jako v předchozí podkapitole 4.2.1 provedena statistická verifikace modelu pomocí F-testu a jeho parametrů pomocí T-testu na obvyklé hladině významnosti 5 %.

Tab. 4.5 Ověření statistické významnosti modelu a jeho parametrů

F-test				
	hladina významnosti		F-hodnota	závěr
celý model	0,05	>	0,037	model je statisticky významný
T-test				
	hladina významnosti		p-hodnota	závěr
parametr α	0,05	>	0,036	parametr α je statisticky významný
parametr β	0,05	>	0,037	parametr β je statisticky významný

Zdroj: vlastní zpracování

Dle údajů z tabulky 4.5 je možné považovat model za statisticky významný a stejně tak i jeho parametry. Model je proto možné použít k predikci devizového kurzu CZK/EUR.

Následně je tedy nutné dopočítat zbývající parametry modelu a dle (2.40), b dle (2.41), dt a σ dle (2.42). V následující tabulce 4.6 jsou zobrazeny hodnoty odhadnutých parametrů.

Tab. 4.6 Odhadnuté parametry Mean-Reversion modelu pro devizový kurz CZK/USD

a	0,0227546
b	3,1522202
přepočet b	23,387933
Δt	1
σ	0,0136763

Zdroj: vlastní zpracování

Parametr a nám udává rychlost přibližování devizového kurzu CZK/USD ke své dlouhodobé rovnováze, která po přepočtení činí přibližně 23,4 CZK/USD.

V následující rovnici (4.3) je zachycena výsledná podoba geometrického Vašíčkova modelu, která je využita pro predikci vývoje kurzu CZK/USD.

$$Kur_{t-1}^{CZK/USD} = Kur_{t-1}^{CZK/USD} \cdot e^{\left\{0,0227546 \left[3,1522019 - \ln \left(Kur_{t-1}^{CZK/USD} \right) \right] - 0,01367631 \cdot d\tau \right\}}, \quad (4.3)$$

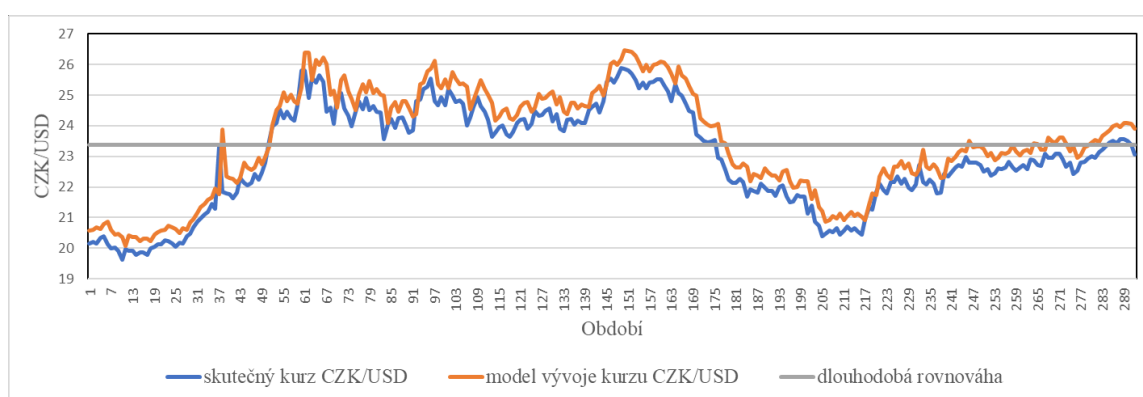
kde $Kur_{t-1}^{CZK/USD}$ je kurz CZK/USD v čase t a $Kur_{t-1}^{CZK/USD}$ je kurz CZK/USD v čase $t-1$.

Střední hodnota je dále určena dle následující rovnice

$$Kur_t^{CZK/USD} = Kur_{t-1}^{CZK/USD} \cdot e^{\left\{0,0227546 \left[3,1522019 - \ln \left(Kur_{t-1}^{CZK/USD} \right) \right] - 1 \right\}}. \quad (4.4)$$

V následujícím grafu 4.5 je zobrazeno srovnání skutečného vývoje devizového kurzu CZK/USD s modelovaným vývojem daného kurzu za celé sledované období týdenních kurzů, a to od 2.1.2014 do 23.10.2019. V grafu 4.5 je zachycena rovněž dlouhodobá rovnováha devizového kurzu CZK/USD.

Graf 4.5 Srovnání skutečného a modelovaného vývoje devizového kurzu CZK//USD a jeho dlouhodobá rovnováha



Zdroj: vlastní zpracování

4.2.3 Odhad modelu pro predikci dolarové ceny oceli

V této podkapitole je zpracován model pro odhad dolarové ceny oceli, která je rizikovým faktorem dané společnosti a ovlivňuje výši provozních nákladů. I v případě

ceny oceli je předpokládán vývoj dle Mean-Reversion modelu. Nejprve je potřeba opět vypočíst spojitě týdenní výnosy a zlogaritmovat časovou řadu cen, protože tyto dvě nové proměnné jsou proměnnými regresní analýzy. V závěru jsou vyčísleny zbývající parametry a , b , dt a σ , které jsou určeny výši parametrů α a β zjištěných z regresní analýzy. Výsledky regresní funkce jsou uvedeny v následující tabulce 4.7.

Tab. 4.7 Výsledky regresní analýzy vývoje dolarové ceny oceli

Regresní statistika					
Násobné R				0,141553536	
Hodnota spolehlivosti R				0,020037404	
Nastavená hodnota spolehlivosti R				0,015161968	
Chyba stř. hodnoty				0,027030863	
Pozorování				203	
ANOVA					
	Rozdíl	SS	MS	F	Významnost F
Regrese	1	0,00300295	0,0030029	4,1098692	0,043954074
Rezidua	201	0,14686418	0,0007307		
Celkem	202	0,14986713			
	Koeficienty	Chyba stř. hodnoty		t Stat	Hodnota P
Hranice	0,15224856	0,074611411		2,0405533	0,042602798
Soubor X 1	-0.0246852	0.012176513		-2.027281	0.043954074

Zdroj: vlastní zpracování

Po provedení regresní analýzy je nutné provést statistickou verifikaci celého modelu pomocí F-testu a jednotlivých parametrů modelu pomocí T-testu na standardní hladině pravděpodobnosti 5 %. Výsledky obou testů jsou uvedeny v následující tabulce 4.8.

Tab. 4.8 Ověření statistické významnosti modelu a jeho parametrů

F-test				
	hladina významnos	F-hodnota	závěr	
celý model	0,05	>	0,044	model je statisticky významný
T-test				
	hladina významnos	p-hodnota	závěr	
parametr α	0,05	>	0,043	parametr α je statisticky významný
parametr β	0,05	>	0,044	parametr β je statisticky významný

Zdroj: vlastní zpracování

Dle výsledků v tabulce 4.8 je zřejmé, že model je na standardní hladině pravděpodobnosti významný, stejně tak jako parametry tohoto modelu. V dalším kroku je potřeba vypočítat zbývající parametry geometrického Vašíčkova modelu a , b , dt a σ , jejichž hodnoty jsou zobrazeny v následující tabulce 4.9.

Tab. 4.9 Odhadnuté parametry Mean-Reversion modelu pro cenu oceli

a	0,0246852
b	6,167601
přepočet b	477,04032
Δt	1
σ	0,027171

Zdroj: vlastní zpracování

Dlouhodobá rovnováha ceny oceli v dolarech za tunu je během sledovaného období 477,04 USD za tunu a rychlost přibližování se k této rovnováze je 0,0247.

Výsledná podoba geometrického Vašíčkova modelu je zobrazena v následující rovnici,

$$P_t = P_{t-1} \cdot e^{\{0,02468522[6,16760102 - \ln(P_{t-1})] \cdot 1 + 0,02717097 \cdot d\bar{z}\}}, \quad (4.5)$$

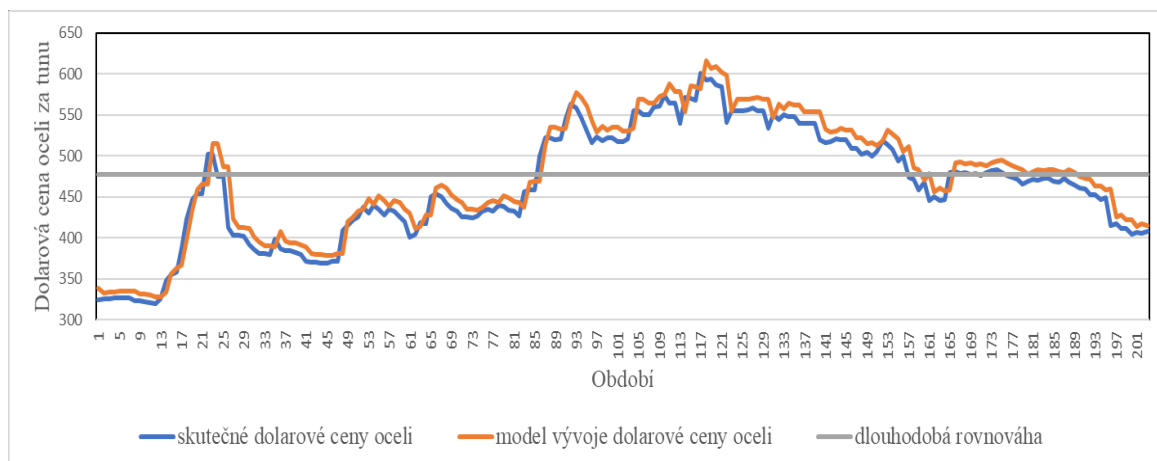
kde P_t je cena oceli v čase t a P_{t-1} je cena oceli v předchozím období.

Střední hodnota je dále určena pomocí následující rovnice,

$$P_t = P_{t-1} \cdot e^{\{0,02468522[6,16760102 - \ln(P_{t-1})] \cdot 1\}}. \quad (4.6)$$

V následujícím grafu 4.6 je zachyceno porovnání skutečného vývoje dolarové ceny oceli s jeho modelovanou střední hodnotou, a to v týdenních intervalech od 29.11.2015 do 20.10.2019. Dále je v následujícím grafu 4.6 zachycena dlouhodobá rovnováha.

Graf 4.6 Srovnání skutečného a modelovaného vývoje dolarové ceny oceli



Zdroj: vlastní zpracování

4.3 Predikce budoucího vývoje rizikových faktorů

Tato podkapitola obsahuje predikci budoucího vývoje rizikových faktorů na základě modelů odhadnutých v předchozí podkapitole. Odhadnuté modely budou použity pro predikci pravděpodobnostního rozdělení budoucího vývoje devizových kurzů CZK/EUR, CZK/USD a také dolarové ceny oceli.

Postup predikce zahrnuje 2 základní kroky. V první fázi je nutné vygenerovat náhodná čísla pomocí Generátoru pseudonáhodných čísel z normovaného normálního rozdělení. V této práci je generováno 1000 scénářů na jednotlivé týdny roku 2020, to znamená, že byla vygenerována matice o rozměrech 1 000 na 52. V dalším kroku jsou již dle rovnic (4.1), (4.3) a (4.5) vypočteny predikované hodnoty rizikových faktorů.

4.3.1 Predikce měnového kurzu CZK/EUR

Dle výsledků odhadu modelu pro vývoj měnového kurzu CZK/EUR bylo zjištěno, že tento se vyvíjí dle geometrického Brownova procesu. V rámci predikce je výchozí hodnotou pro všechny simulované scénáře kurz zjištěný k 2.1.2020, který činil 25,41 CZK/EUR. Pro predikci prvního týdne roku 2020 je využita hodnota výchozího kurzu. Pro predikci dalších týdnů se již pracuje vždy s předchozí predikovanou hodnotou, tedy s hodnotou kurzu předchozího týdne v daném scénáři dle rovnice (4.1).

Pro lepší představu je následně doplněna tabulka 4.10 obsahující prvních 10 scénářů vývoje kurzu CZK/EUR pro první čtvrtletí roku 2020, tedy pro prvních 13 týdnů včetně výchozí hodnoty.

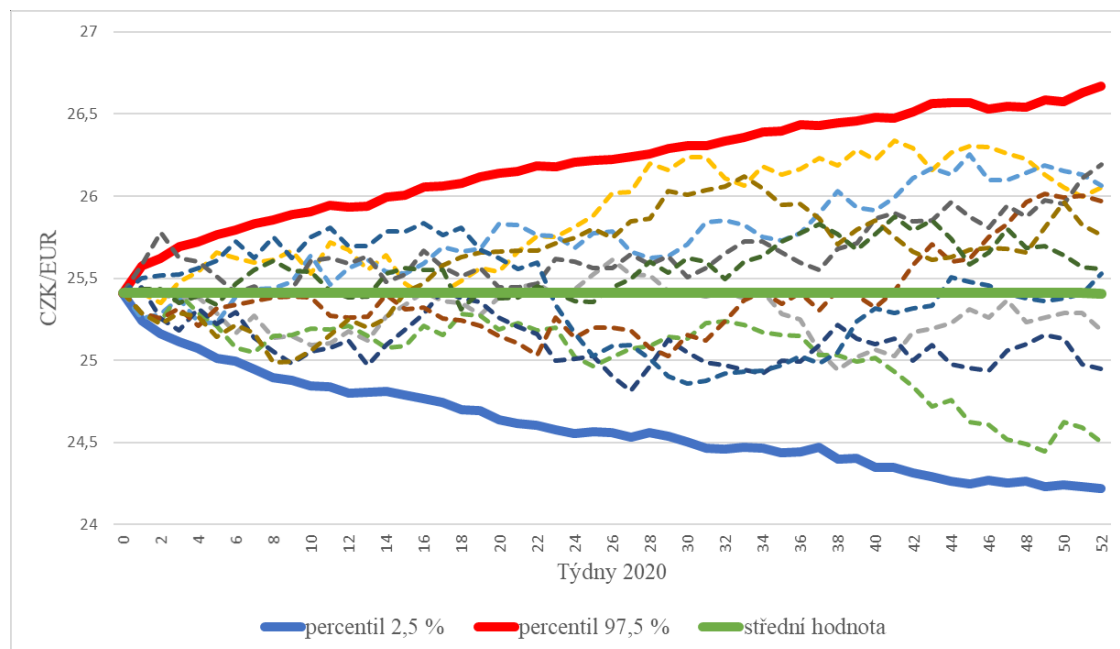
Tab. 4.10 Prvních deset scénářů vývoje týdenních hodnot devizového kurzu CZK/EUR pro první čtvrtletí roku 2020

CZK/EUR		Týdny 2020													
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
scénáře	1	25,4	25,41	25,40	25,38	25,38	25,29	25,17	25,27	25,14	25,15	25,09	25,10	25,18	25,12
	2	25,4	25,41	25,35	25,48	25,54	25,65	25,62	25,60	25,61	25,67	25,53	25,72	25,67	25,55
	3	25,4	25,26	25,28	25,38	25,23	25,23	25,39	25,43	25,44	25,48	25,64	25,46	25,56	25,61
	4	25,4	25,29	25,24	25,41	25,29	25,21	25,08	25,05	25,15	25,16	25,20	25,19	25,21	25,15
	5	25,4	25,44	25,25	25,18	25,31	25,22	25,29	25,14	25,06	24,98	25,05	25,07	25,12	24,97
	6	25,4	25,29	25,25	25,32	25,21	25,32	25,34	25,36	25,38	25,39	25,38	25,27	25,26	25,27
	7	25,4	25,58	25,78	25,63	25,60	25,51	25,41	25,45	25,39	25,43	25,61	25,62	25,59	25,63
	8	25,4	25,29	25,22	25,29	25,26	25,14	25,22	25,16	24,99	24,99	25,06	25,15	25,25	25,20
	9	25,4	25,50	25,51	25,52	25,56	25,61	25,73	25,62	25,75	25,63	25,75	25,81	25,69	25,69
	10	25,4	25,43	25,44	25,35	25,39	25,34	25,47	25,55	25,61	25,54	25,54	25,42	25,38	25,39

Zdroj: vlastní zpracování

Následující graf 4.7 zachycuje prvních 10 scénářů vývoje devizového kurzu CZK/EUR v jednotlivých týdnech v roce 2020 včetně 2,5 % a 97,5 % percentilů a střední hodnoty.

Graf 4.7 Predikované scénáře vývoje kurzu CZK/EUR pro jednotlivé týdny roku 2020 včetně percentilů a střední hodnoty



Zdroj: vlastní zpracování

Jednotlivé scénáře včetně obou percentilů vyházejí z dané výchozí hodnoty, tedy z kurzu k 2.1.2020, který činí 25,41 CZK/EUR. Přerušované linie v grafu označují deset zvolených scénářů. Zelená plná linie představuje střední hodnotu a zbylé dvě plné linie jsou percentily 2,5 % a 97,5 %. Vypočtené percentily ohraničují oblast, uvnitř které by se mělo nacházet 95 % hodnot (resp. scénářů). Graf zahrnuje pouze 10 zvolených scénářů z celkového počtu 1 000 scénářů, proto se může zdát, že uvnitř oblasti ohraničené vypočtenými percentily leží více než 95 % hodnot.

4.3.2 Predikce měnového kurzu CZK/USD

V předchozí části bylo zjištěno, že devizový kurz CZK/USD se vyvíjí dle Mean- Reversion modelu. V rámci predikce je stejně jako u předchozího rizikového faktoru výchozí hodnotou pro všechny simulované scénáře kurz zjištěný k 2.1. 2020, který činí 27.70 CZK/USD. Pro predikování hodnoty kurzu v prvním týdnu roku 2020 je využit výchozí kurz. Pro predikci dalších týdnů je použita vždy předchozí predikovaná hodnota, tedy hodnota kurzu předchozího týdne daného scénáře dle rovnice (4.3)

Následující tabulka 4.11 obsahuje prvních 10 scénářů vývoje kurzu CZK/USD pro první čtvrtletí roku 2020, tedy pro prvních 13 týdnů včetně výchozí hodnoty.

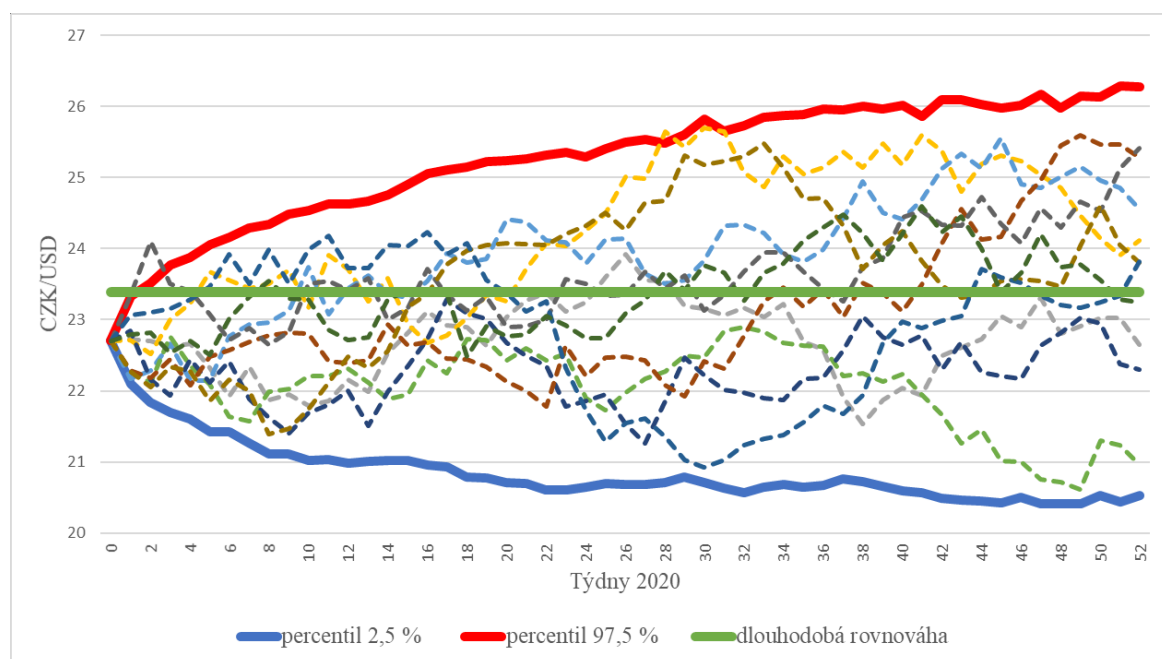
Tab. 4.11 Prvních deset scénářů vývoje týdenních hodnot devizového kurzu CZK/USD pro první čtvrtletí roku 2020

CZK/USD		Týdny 2020													
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
scénáře	1	22,70	22,72	22,70	22,62	22,66	22,33	21,93	22,34	21,87	21,94	21,79	21,85	22,15	21,98
	2	22,70	22,71	22,52	23,00	23,24	23,67	23,55	23,44	23,51	23,70	23,17	23,90	23,72	23,25
	3	22,70	22,16	22,29	22,66	22,14	22,15	22,77	22,94	22,97	23,13	23,73	23,07	23,44	23,63
	4	22,70	22,27	22,11	22,76	22,35	22,09	21,64	21,57	21,98	22,03	22,20	22,21	22,31	22,11
	5	22,70	22,84	22,16	21,93	22,44	22,12	22,41	21,88	21,62	21,40	21,69	21,81	22,00	21,50
	6	22,70	22,28	22,18	22,44	22,07	22,48	22,57	22,69	22,78	22,82	22,81	22,41	22,40	22,43
	7	22,70	23,34	24,10	23,50	23,40	23,08	22,71	22,88	22,65	22,83	23,50	23,54	23,42	23,58
	8	22,70	22,27	22,05	22,34	22,27	21,86	22,16	22,00	21,39	21,46	21,74	22,11	22,49	22,33
	9	22,70	23,06	23,11	23,15	23,29	23,46	23,91	23,51	23,99	23,51	23,98	24,18	23,73	23,72
	10	22,70	22,80	22,82	22,53	22,71	22,51	23,01	23,32	23,54	23,30	23,29	22,86	22,71	22,75

Zdroj: vlastní zpracování

Následující graf 4.8 zahrnuje zvolených 10 scénářů vývoje devizového kurzu CZK/USD v jednotlivých týdnech v roce 2020 včetně 2,5 % a 97,5 % percentilů a dlouhodobé rovnováhy.

Graf 4.8 Predikované scénáře vývoje kurzu CZK/USD pro jednotlivé týdny roku 2020 včetně percentilů a dlouhodobé rovnováhy



Zdroj: vlastní zpracování

Všechny scénáře včetně obou percentilů vycházejí z výchozí hodnoty, tedy z kurzu k 2.1.2020, který činí 22,70 CZK/USD. Přerušované linie v grafu označují stejně jako v předchozí podkapitole deset zvolených scénářů. Zelená plná linie vyznačuje dlouhodobou rovnováhu a ostatní plné linie představují percentily 2,5 % a 97,5 %.

4.3.3 Predikce dolarové ceny oceli

Dolarová cena oceli se stejně jako devizový kurz CZK/USD vyvíjí dle Mean-Reversion modelu. Výchozí hodnotou je zde pro všechny simulované scénáře cena oceli k 2.1.2020, která je 450 USD za tunu. Predikce prvního týdne roku 2020 vychází z výchozí hodnoty, tedy z ceny 450 USD za tunu a predikce dalších týdnů vychází vždy z předchozí predikované hodnoty, tedy z dolarové ceny oceli v předchozím týdnu daného scénáře dle rovnice (4.5).

Následující tabulka 4.12 obsahuje prvních 10 scénářů vývoje ceny oceli v USD za tunu pro první čtvrtletí roku 2020, tedy pro prvních 13 týdnů včetně výchozí hodnoty.

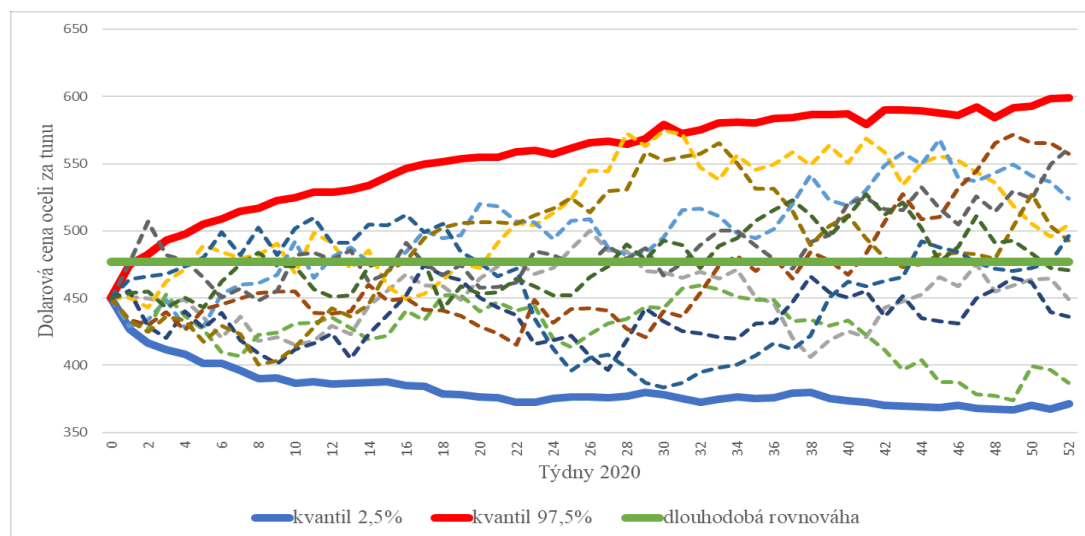
Tab. 4.12 Prvních deset scénářů vývoje týdenních hodnot dolarové ceny oceli za tunu pro první čtvrtletí roku 2020

v USD		Týdny 2020													
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
scénáře	1	450,00	450,94	449,92	447,01	448,44	435,70	420,25	436,12	418,19	421,12	415,27	417,81	429,48	423,01
	2	450,00	450,40	443,02	462,14	471,58	489,19	484,26	479,83	482,33	490,37	468,62	498,53	490,91	471,99
	3	450,00	429,05	434,03	448,57	428,36	428,71	453,13	459,89	460,87	467,44	492,04	465,18	480,09	487,64
	4	450,00	433,15	427,22	452,64	436,53	426,48	409,32	406,96	422,68	424,52	431,26	431,48	435,69	427,94
	5	450,00	455,64	428,97	420,33	440,01	427,77	439,07	418,62	408,87	400,81	411,60	416,26	423,86	404,87
	6	450,00	433,76	429,80	439,83	425,78	441,58	445,23	449,89	453,62	455,09	454,74	439,09	438,60	439,98
	7	450,00	475,56	506,77	481,94	477,83	465,10	450,36	457,02	447,99	455,24	482,14	483,75	478,77	485,26
	8	450,00	433,27	424,98	436,03	433,36	417,67	429,14	423,12	400,50	403,18	413,58	428,03	442,51	436,40
	9	450,00	464,19	466,24	467,88	473,44	480,53	499,08	482,27	502,21	482,26	501,74	509,78	491,09	490,86
	10	450,00	453,76	454,85	443,26	450,29	442,73	462,39	475,09	484,00	473,90	473,63	456,42	450,66	452,25

Zdroj: vlastní zpracování

Následující graf 4.9 zahrnuje 10 zvolených scénářů vývoje ceny oceli v USD za tunu v jednotlivých týdnech v roce 2020 včetně 2,5 % a 97,5 % percentilů a dlouhodobé rovnováhy.

Graf 4.8 Predikované scénáře vývoje dolarové ceny oceli za tunu pro jednotlivé týdny roku 2020 včetně percentilů a dlouhodobé rovnováhy



Zdroj: vlastní zpracování

Stejně jako u předchozích rizikových faktorů všechny scénáře včetně obou percentilů vycházejí z výchozí hodnoty, tedy z ceny oceli k 2.1.2020, která činí 450 USD za tunu oceli. Přerušované linie v grafu opět označují deset zvolených scénářů, zelená plná linie určuje dlouhodobou rovnováhu a ostatní plné linie představují percentily 2,5 % a 97,5 %.

4.4 Odhad pravděpodobnostního rozdělení provozního výsledku hospodaření

Pro predikci provozního výsledku hospodaření v roce 2020 se vychází z finančního plánu, který je vytvořen na základě odhadu jedinou hodnotou dle minulého vývoje. Finanční plán obsahuje položky výkazu zisku a ztráty a tyto odhadnuté hodnoty jsou uvažovány jako deterministické neboli nenáhodné veličiny. Výjimkou ve finančním plánu jsou dvě položky, které jsou predikovány na základě predikce rizikových faktorů, které hodnotu těchto položek ovlivňují. Těmito položkami jsou tržby za prodej vlastních výrobků a služeb a dále spotřeba materiálu a energie.

Tržby za prodej vlastních výrobků a služeb jsou ovlivněny měnovým rizikem, které souvisí s tím, že daná firma prodává část své produkce do zahraničí a tržby za tyto produkty inkasuje v eurech. Rizikovým faktorem je tedy vývoj devizového kurzu CZK/EUR.

Spotřeba materiálu a energie je ovlivněna rovněž měnovým rizikem, ale také rizikem komoditním. Měnové riziko u této nákladové položky vyplývá z toho, že firma nakupuje část materiálu pro výrobu v zahraničí a hradí tyto náklady v amerických dolarech. Rizikovým faktorem je tedy vývoj devizového kurzu CZK/USD. Komoditním rizikovým faktorem je vývoj ceny oceli, která je základní výrobní surovinou dané společnosti.

Celá predikce provozního výsledku hospodaření je provedena následujícím způsobem. Nejprve jsou provedeny odhady dvou již zmíněných položek, které nejsou považovány za deterministické, a to aplikací všech simulovaných scénářů vývoje rizikových faktorů působících na tyto dvě proměnné, kdy získáme stejný počet scénářů i u těchto položek. Následně jsou odhadnuty zbývající položky finančního plánu na základě jejich minulého vývoje. Výsledkem je v konečné fázi získání stejného množství scénářů možného vývoje provozních výnosů, provozních nákladů a provozního výsledku hospodaření.

4.4.1 Odhad tržeb za prodej vlastních výrobků a služeb

Tržby za prodej vlastních výrobků a služeb jsou jedinou výnosovou položku, kde je předpokládán vliv měnového rizika. Celková hodnota této položky skýtá tržby z prodeje vlastních výrobků v domácí měně, tržby v eurech a dále tržby z prodeje služeb, které jsou naprosto zanedbatelné, proto nejsou v práci dále uvažovány. Část tržeb inkasovaných v domácí měně není vystavena měnovému riziku, toto ovlivňuje pouze výši tržeb inkasovaných ze zahraničí v eurech. V prvním kroku je tedy nezbytné odhadnout výši tržeb v domácí a v cizí měně.

Firma ve svých výročních zprávách nezveřejňuje přesné hodnoty podílu zahraničního prodeje na celkovém objemu tržeb v jednotlivých letech. Nelze tedy použít stejného přístupu jako v předchozích výpočtech a odhadovat podíl zahraničního prodeje na základě minulého vývoje. Dle ověřených interních údajů má společnost pro rok 2020 plán prodeje vlastních výrobků na základě kterého by mělo být 60 % celkových tržeb tvořeno tržbami inkasovanými v eurech a zbylých 40 % by mělo odpovídat tržbám v domácí měně.

Dalšími potřebnými údaji pro zjištění očekávaného podílu tržeb v EUR na celkových tržbách za prodej vlastních výrobků jsou prodejní cena a množství výrobků vyvážených do zahraničí. Průměrná prodejní cena vyvážených výrobků dané společnosti je dle dostupných informací 99 EUR za tunu. Plán množství produkce v tunách, které má být určeno k prodeji do zahraničí je pro rok 2020 ve výši 39 000 tun. Celkový plán tržeb za prodej vlastních výrobků má společnost ve výši 165 000 000 Kč. Dle výše plánovaných tržeb, které jsou v podobné výši jako tržby v roce 2019 lze říct, že firma neplánuje nijak významně měnit svou produkci oproti předchozímu roku.

Následující tabulka 4.13 obsahuje základní údaje potřebné pro predikci hodnoty celkových tržeb za prodej vlastních výrobků.

Tab. 4.13 Údaje potřebné pro simulaci tržeb za prodej vlastních výrobků

plánované tržby za prodej vlastních výrobků	165 000 000 Kč
podíl tržeb z exportu	60%
podíl tržeb z domácí produkce	40%
odhadované tržby v rámci tuzemska	66 000 000 Kč
týdenní tržby v rámci tuzemska	1 269 231 Kč
odhadované tržby z exportu	99 000 000 Kč
plánované množství produkce určeno k exportu (v tunách)	39 000 tun
cena za tunu produkce určené k exportu	99 €
tržby z exportu	3 861 000 €
týdenní tržby z exportu	74 250 €

Zdroj: vlastní zpracování

Tabulka slouží pro přehledné zobrazení již známých údajů, které jsou nezbytné pro simulaci výše tržeb z prodeje vlastních výrobků. Hodnota odhadovaných tržeb v rámci tuzemska je vypočtena jako 40 % z celkové hodnoty plánovaných tržeb za prodej vlastních výrobků. Týdenní tržby v rámci tuzemska jsou pak určeny tak, že hodnota celkových tržeb je vydělena počtem týdnů, tj. 52., za předpokladu rovnoměrného prodeje a stálých cen v rámci celého roku. Odhadované tržby v Kč z exportu jsou určeny jako 60 % z hodnoty celkových tržeb z prodeje vlastních výrobků. Vypočtená hodnota tržeb z exportu je v tabulce uvedena pouze jako orientační a není během simulace použita, protože hodnota této proměnné je výsledkem samotné predikce. Tržby z exportu v EUR jsou získány vynásobením hodnoty plánovaného množství produkce určeného k exportu v tunách s cenou za tunu produkce určené k exportu v EUR. Týdenní tržby z exportu jsou poté vypočteny stejným způsobem a za stejných předpokladů jako týdenní tržby v rámci tuzemska.

Vypočtené týdenní tržby z exportu jsou použity pro simulaci hodnoty tržeb z exportu v Kč. Hodnota týdenních tržeb z exportu je násobena pro jednotlivé týdny všemi scénáři predikovaného vývoje devizového kurzu CZK/EUR. Tímto způsobem je zjištěno stejné množství scénářů tržeb za prodej vlastních výrobků ze zahraničí v CZK.

Matematicky lze tento výpočet zapsat takto:

$$Tržby_{i,t}^{CZK} = Tržby^{EUR} \cdot Kurz_{i,t}^{CZK/EUR}, \quad (4.7)$$

kde $Tržby_{i,t}^{CZK}$ představují hodnotu tržeb za prodej vlastních výrobků v českých korunách pro i -tý scénář v týdnu t , $Tržby^{EUR}$ jsou vypočtené týdenní tržby z exportu v eurech a $Kurz_{i,t}^{CZK/EUR}$ je devizový kurz CZK/EUR pro i -tý scénář v týdnu t .

Následující tabulka 4.14 obsahuje 10 zvolených scénářů simulace týdenních tržeb za prodej vlastních výrobků za první čtvrtletí roku 2020 v českých korunách. Výše týdenních tržeb za prodej vlastních výrobků je vypočtena tak, že k jednotlivým týdenním tržbám z exportu vypočtených dle rovnice (4.7) byla přičtena částka 1 269 231 Kč, která představuje hodnotu týdenních tržeb v rámci tuzemska. Tento vztah lze zapsat takto:

$$\sum Tržby_{i,t}^{CZK} = Tržby_t^{CZK} + Tržby^{EUR} \cdot Kurz_{i,t}^{CZK/EUR}. \quad (4.8)$$

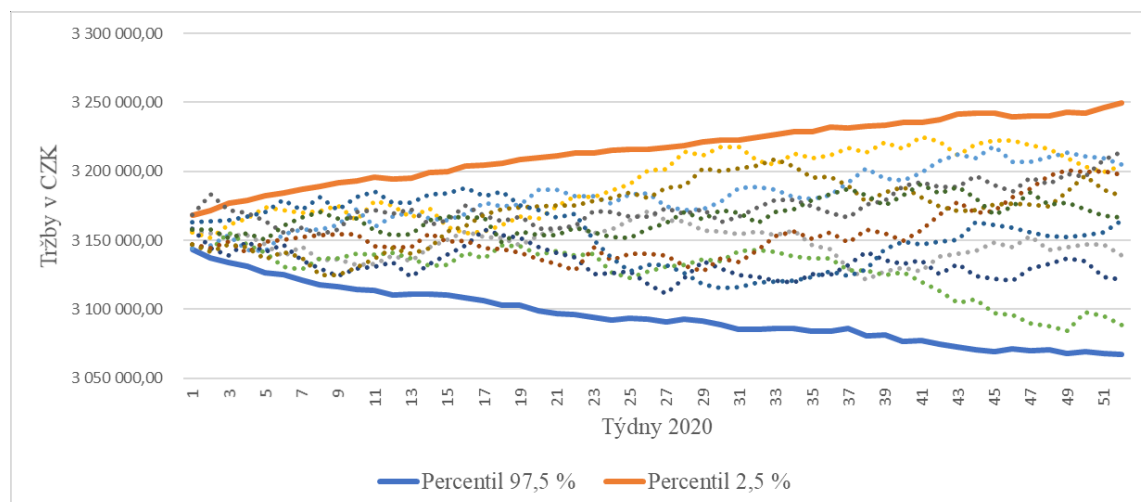
Tab. 4.14 Deset zvolených scénářů predikce výše týdenních tržeb za prodej vlastních výrobků a služeb v rámci tuzemska i zahraničí

v CZK		Týdny 2020												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
scénáře	1	3 156 072,18	3 155 223,42	3 153 385,72	3 153 753,97	3 146 728,54	3 137 888,37	3 145 711,52	3 135 528,61	3 136 385,85	3 132 471,50	3 133 084,84	3 138 658,64	3 134 575,46
	2	3 155 795,12	3 151 633,88	3 161 023,24	3 165 554,94	3 174 065,65	3 171 838,53	3 169 771,50	3 171 021,90	3 174 956,85	3 164 504,35	3 178 890,41	3 175 528,20	3 166 492,90
	3	3 144 553,56	3 146 613,93	3 153 704,07	3 142 691,15	3 142 265,52	3 154 466,39	3 157 612,37	3 157 896,30	3 160 992,78	3 172 855,11	3 159 922,72	3 167 134,15	3 170 821,78
	4	3 146 750,95	3 143 018,84	3 155 763,19	3 147 066,43	3 141 185,01	3 131 115,14	3 128 927,10	3 136 716,91	3 137 032,61	3 139 990,63	3 139 533,48	3 141 200,32	3 136 554,18
	5	3 158 481,04	3 144 248,73	3 138 954,84	3 148 792,61	3 141 815,97	3 147 213,35	3 135 751,25	3 129 607,42	3 124 187,41	3 129 277,98	3 131 021,21	3 134 396,83	3 123 240,83
	6	3 147 072,19	3 144 413,81	3 149 151,44	3 141 193,35	3 148 953,28	3 150 419,48	3 152 435,00	3 154 015,63	3 154 478,25	3 154 029,64	3 145 648,28	3 144 920,76	3 145 165,80
	7	3 168 458,92	3 183 355,81	3 171 906,98	3 169 964,05	3 163 665,70	3 156 023,43	3 159 107,58	3 154 226,72	3 157 595,84	3 170 712,86	3 171 554,83	3 169 214,00	3 172 386,80
	8	3 146 815,74	3 141 807,41	3 147 071,01	3 145 140,87	3 136 101,68	3 141 579,66	3 137 725,18	3 124 461,24	3 124 996,61	3 129 871,41	3 136 939,06	3 143 987,24	3 140 355,61
	9	3 162 810,39	3 163 681,15	3 164 365,69	3 167 014,69	3 170 443,18	3 179 370,40	3 171 592,56	3 181 166,66	3 171 949,75	3 181 307,85	3 185 345,11	3 176 940,51	3 177 000,78
	10	3 157 522,77	3 157 793,15	3 151 528,81	3 154 758,69	3 150 505,30	3 160 162,57	3 166 300,10	3 170 616,74	3 165 774,56	3 165 601,58	3 156 939,04	3 153 741,11	3 154 230,74

Zdroj: vlastní zpracování

Dle údajů zobrazených v tabulce je zřejmé, že hodnota tržeb za prodej vlastních výrobků a služeb je v prvním čtvrtletí roku 2020 poměrně stabilní a všechny hodnoty se pohybují kolem 3 100 000 CZK. Následující graf 4.9 zobrazuje uvedené scénáře v grafickém vyobrazení včetně 2,5 % a 97,5 % percentilů.

Graf 4.9 Deset zvolených scénářů simulace výše týdenních tržeb za prodej vlastních výrobků v rámci tuzemska i zahraničí, včetně 2,5 % a 97,5 % percentilů



Zdroj: vlastní zpracování

Výše tržeb za prodej vlastních výrobků a služeb za jednotlivá čtvrtletí roku 2020 pro všechny scénáře lze určit jako součet daných týdnů (vždy 13 týdnů) a výše ročních

tržeb za prodej vlastních výrobků a služeb je dána součtem všech týdnů v jednotlivých scénářích.

Následující tabulka 4.15 zobrazuje 10 zvolených scénářů simulace výše tržeb za prodej vlastních výrobků a služeb, a to jak v jednotlivých čtvrtletích, tak rovněž za celý rok 2020.

Tab. 4.15 Deset zvolených scénářů simulace vývoje ročních a čtvrtletních tržeb za prodej vlastních výrobků a služeb v roce 2020

v CZK		čtvrtletní				roční
		I.Q	II.Q	III.Q	IV.Q	
scénáře	1	40 859 468,63	41 022 674,15	40 930 372,90	40 843 873,52	163 656 389,21
	2	41 181 077,49	41 253 963,90	41 760 399,58	41 790 351,82	165 985 792,79
	3	41 031 529,84	41 307 390,21	41 392 838,22	41 704 151,03	165 435 909,31
	4	40 824 854,77	40 771 266,58	40 753 720,06	40 308 708,14	162 658 549,55
	5	40 786 989,46	40 801 175,67	40 645 753,60	40 672 171,06	162 906 089,79
	6	40 931 896,90	40 840 615,88	40 887 511,13	41 356 538,95	164 016 562,86
	7	41 168 173,50	41 151 356,14	41 242 035,92	41 533 686,44	165 095 252,00
	8	40 796 852,70	41 225 902,59	41 542 638,86	41 341 683,17	164 907 077,32
	9	41 252 988,71	41 153 379,39	40 615 299,60	41 013 440,13	164 035 107,83
	10	41 065 475,16	41 054 475,24	41 251 720,07	41 315 252,40	164 686 922,87

Zdroj: vlastní zpracování

Dle údajů uvedených v tabulce lze říci, že čtvrtletní výše tržeb za prodej vlastních výrobků a služeb se pohybuje v rozmezí 40–41 mil. Kč, roční poté v rozmezí 162–166 mil. Kč. Vzhledem k tomu, že tabulka zachycuje pouze 10 zvolených scénářů z celkového počtu 1 000 scénářů může docházet ke zkreslení výsledku, v důsledku nezobrazení všech výsledných hodnot souhrnně. Pro větší přehlednost je provedeno rozdělení četnosti a pravděpodobnosti vývoje této položky. Tímto způsobem je zjištěno, s jakou pravděpodobností leží výše tržeb za prodej vlastních výrobků a služeb v jednotlivých rozmezích hodnot.

Postup pro výpočet daných pravděpodobností má následující sled. Nejprve je nutné určit minimální a maximální výši predikované položky, a to ze všech čtvrtletí. Následně je zvolen vhodný počet intervalů, do kterých budou hodnoty spadat (v této práci je to 20 intervalů). Pro výpočet jednotlivých mezí, je nutné určit hodnotu tzv. ekvidistančního intervalu, aby byly všechny intervaly stejně široké. V dalším kroku je pomocí funkce *ČETNOSTI(data;hodnoty)* v programu MS Excel zjištěn počet scénářů spadajících do daných intervalů. Parametr *data* obsahuje všechny scénáře, všech čtvrtletí a parametr *hodnoty* zahrnuje hodnoty jednotlivých intervalů. Po zjištění absolutních četností, lze díky znalosti celkového počtu scénářů určit relativní četnosti, které

představují pravděpodobnosti, s jakými se budou hodnoty čtvrtletních tržeb za prodej vlastních výrobků a služeb nacházet v jednotlivých mezích.

Následující tabulka 4.16 obsahuje vypočtené údaje včetně výše ekvidistantního intervalu, který představuje šířku daných intervalů.

Tab. 4.16 Rozdělení pravděpodobnosti a četnosti výše tržeb za prodej vlastních výrobků a služeb

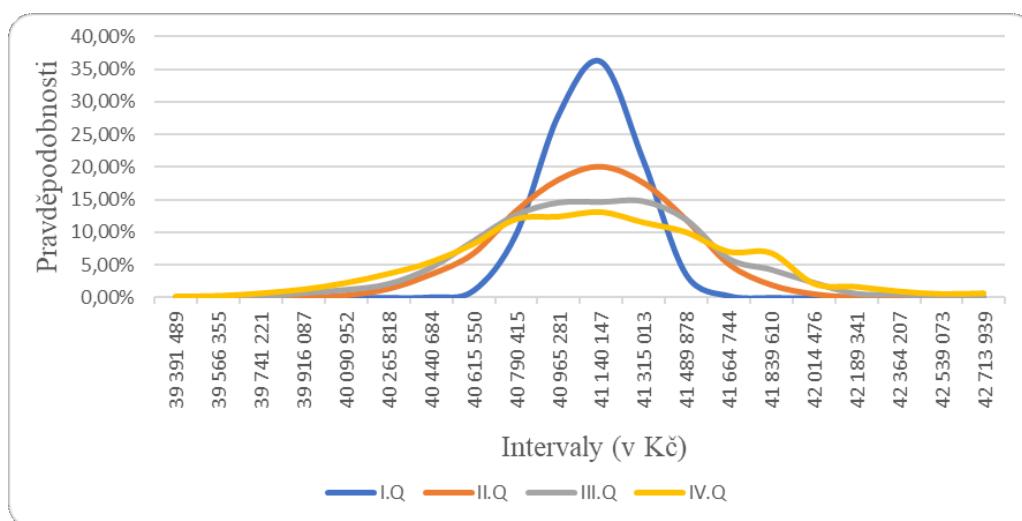
meze		četnosti				pravděpodobnosti			
pro všechny čtvrtletí společně		I.Q	II.Q	III.Q	IV.Q	I.Q	II.Q	III.Q	IV.Q
min	39 391 489	0	0	0	1	0,00%	0,00%	0,00%	0,10%
	39 566 355	0	0	0	2	0,00%	0,00%	0,00%	0,20%
	39 741 221	0	0	1	6	0,00%	0,00%	0,10%	0,60%
	39 916 087	0	0	7	12	0,00%	0,00%	0,70%	1,20%
	40 090 952	0	3	12	22	0,00%	0,30%	1,20%	2,20%
	40 265 818	0	13	21	36	0,00%	1,30%	2,10%	3,60%
	40 440 684	1	35	46	54	0,10%	3,50%	4,60%	5,40%
	40 615 550	11	67	87	82	1,10%	6,70%	8,70%	8,20%
	40 790 415	97	132	127	120	9,70%	13,20%	12,70%	12,00%
	40 965 281	280	180	146	124	28,00%	18,00%	14,60%	12,40%
	41 140 147	362	200	147	131	36,20%	20,00%	14,70%	13,10%
	41 315 013	210	175	148	115	21,00%	17,50%	14,80%	11,50%
	41 489 878	36	119	120	100	3,60%	11,90%	12,00%	10,00%
	41 664 744	3	51	60	70	0,30%	5,10%	6,00%	7,00%
	41 839 610	0	19	43	68	0,00%	1,90%	4,30%	6,80%
	42 014 476	0	5	23	21	0,00%	0,50%	2,30%	2,10%
	42 189 341	0	0	6	16	0,00%	0,00%	0,60%	1,60%
	42 364 207	0	1	5	9	0,00%	0,10%	0,50%	0,90%
	42 539 073	0	0	1	5	0,00%	0,00%	0,10%	0,50%
max	42 713 939	0	0	0	6	0,00%	0,00%	0,00%	0,60%
suma		1000	1000	1000	1000	100%	100%	100%	100%
ekv. interval	174 866								

Zdroj: vlastní zpracování

Dle výsledků zobrazených v tabulce je zřejmé, že v rámci predikce na rok 2020 je odhadována nejnižší hodnota čtvrtletních tržeb za prodej vlastních výrobků a služeb ve výši 39 391 489 Kč, naopak nejvyšší 42 713 939 Kč. Ekvidistantní interval neboli šířka jednotlivých intervalů je 174 866 Kč. Dle vypočtených četností by se tržby za prodej vlastních výrobků a služeb měly v roce 2020 s nejvyšší pravděpodobností pohybovat čtvrtletně kolem hodnoty 41 mil. Kč. Naopak s nejnižší pravděpodobností se budou hodnoty tržeb pohybovat kolem vypočtených extrémů.

Následující graf 4.10 zobrazuje grafické vyobrazení rozdělení pravděpodobnosti vývoje dané položky.

Graf 4.10 Rozdělení pravděpodobnosti tržeb za prodej vlastních výrobků a služeb pro jednotlivá čtvrtletí roku 2020



Zdroj: vlastní zpracování

Z grafu 4.10 je zřejmé, že v prvním čtvrtletí má rozdělení pravděpodobnosti nejšpicatější tvar, to znamená, že je tam očekávaná nejnížší volatilita a tržby budou s nejvyšší pravděpodobností, která je 36,20 % spadat do intervalu kolem hodnoty 41 140 470 Kč.

4.4.2 Odhad tržeb za prodej zboží a ostatních provozních výnosů

Obsahem této kapitoly je predikce výnosových položek, které jsou považovány za deterministické. Tyto položky jsou následně přičteny k jednotlivým scénářům vývoje tržeb za prodej vlastních výrobků a služeb a získáme tak scénáře předpokládaného vývoje celkových provozních výnosů pro rok 2020.

Následující tabulka 4.17 obsahuje odhadované hodnoty tržeb za prodej zboží a ostatních provozních výnosů pro rok 2020. Odhad položek je proveden na základě finančního plánu, který je zachycen v kapitole třetí. Tabulka obsahuje jak roční, tak čtvrtletní výši predikovaných položek. Čtvrtletní hodnoty jsou spočteny jako 25 % z roční výše odhadovaných položek za předpokladu, že se zde uvažuje rovnoměrný vývoj během roku.

Tab. 4.17 Odhad roční a čtvrtletní výše ostatních provozních výnosů pro rok 2020

Název položky (v Kč)	Čtvrtletní výše	Roční výše
Tržby za prodej zboží	290	1 160
Ostatní provozní výnosy	110 408 849	441 635 396

Zdroj: vlastní zpracování

4.4.3 Odhad celkových provozních výnosů

Pro určení celkové výše provozních výnosů již stačí pouze přičíst hodnoty uvedené v tabulce 4.17 k predikovaným hodnotám tržeb za prodej vlastních výrobků a služeb, které jsou výsledkem předchozí podkapitoly a je tak získáno tisíc různých scénářů výše provozních výnosů v jednotlivých čtvrtletích a za celý rok 2020. Následující tabulka 4.18 obsahuje hodnoty deseti vybraných scénářů.

Tab. 4.18 Deset zvolených scénářů vývoje čtvrtletních a ročních provozních výnosů v roce 2020

v CZK		čtvrtletní				roční
		1.Q	2.Q	3.Q	4.Q	
scénáře	1	151 268 607,51	151 431 813,03	151 339 511,78	151 253 012,40	605 292 944,73
	2	151 590 216,37	151 663 102,78	152 169 538,45	152 199 490,70	607 622 348,31
	3	151 440 668,72	151 716 529,09	151 801 977,10	152 113 289,91	607 072 464,82
	4	151 233 993,65	151 180 405,46	151 162 858,94	150 717 847,02	604 295 105,06
	5	151 196 128,34	151 210 314,55	151 054 892,48	151 081 309,94	604 542 645,31
	6	151 341 035,78	151 249 754,76	151 296 650,01	151 765 677,83	605 653 118,38
	7	151 577 312,38	151 560 495,02	151 651 174,80	151 942 825,32	606 731 807,52
	8	151 205 991,58	151 635 041,47	151 951 777,73	151 750 822,05	606 543 632,84
	9	151 662 127,59	151 562 518,27	151 024 438,48	151 422 579,01	605 671 663,34
	10	151 474 614,04	151 463 614,12	151 660 858,95	151 724 391,28	606 323 478,39

Zdroj: vlastní zpracování

Dle výsledků scénářů v tabulce 4.18 se zdá, že hodnota čtvrtletních provozních výnosů se bude pohybovat v rozmezí od 150 mil. Kč do 152 mil. Kč. Roční výše provozních výnosů se dle této tabulky pohybuje v rozmezí od 605 mil. Kč do 607 mil. Kč.

Stejně jako v případě predikce výše tržeb za prodej vlastních výrobků a služeb i zde je zachyceno pouze 10 vybraných scénářů a může tedy dojít ke zkreslení výpočtů. Pro větší přehlednost a lepší vypovídací hodnotu je vhodné zachytit všechna čtvrtletí souhrnně, pomocí rozdělení pravděpodobnosti provozních výnosů totožným způsobem jako v podkapitole 4.4.1 v případě rozdělení pravděpodobnosti tržeb za prodej vlastních výrobků a služeb.

Výsledek daného postupu je zobrazen v tabulce 4.19.

Tab. 4.19 Rozdělení pravděpodobnosti a četnosti výše provozních výnosů

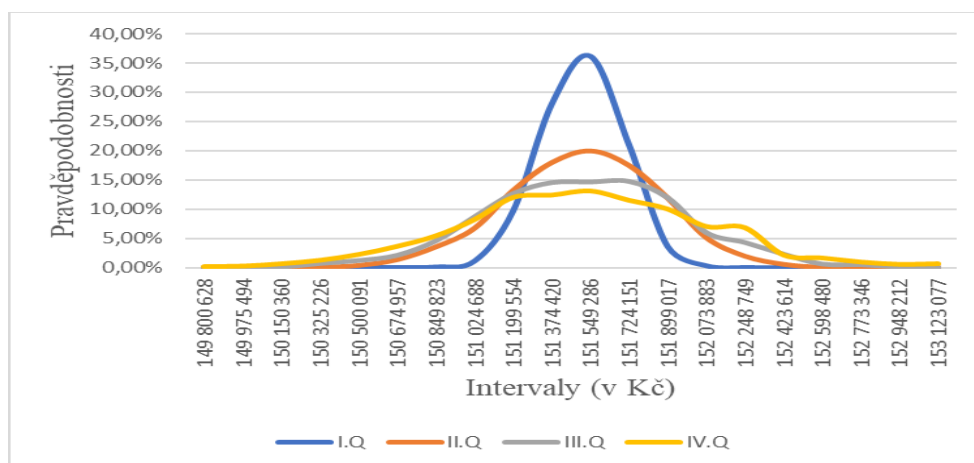
meze		četnosti				pravděpodobnosti			
pro všechny čtvrtletí společně		I.Q	II.Q	III.Q	IV.Q	I.Q	II.Q	III.Q	IV.Q
min	149 800 628	0	0	0	1	0,00%	0,00%	0,00%	0,10%
	149 975 494	0	0	0	2	0,00%	0,00%	0,00%	0,20%
	150 150 360	0	0	1	6	0,00%	0,00%	0,10%	0,60%
	150 325 226	0	0	7	12	0,00%	0,00%	0,70%	1,20%
	150 500 091	0	3	12	22	0,00%	0,30%	1,20%	2,20%
	150 674 957	0	13	21	36	0,00%	1,30%	2,10%	3,60%
	150 849 823	1	35	46	54	0,10%	3,50%	4,60%	5,40%
	151 024 688	11	67	87	82	1,10%	6,70%	8,70%	8,20%
	151 199 554	97	132	127	120	9,70%	13,20%	12,70%	12,00%
	151 374 420	280	180	146	124	28,00%	18,00%	14,60%	12,40%
	151 549 286	362	200	147	131	36,20%	20,00%	14,70%	13,10%
	151 724 151	210	175	148	115	21,00%	17,50%	14,80%	11,50%
	151 899 017	36	119	120	100	3,60%	11,90%	12,00%	10,00%
	152 073 883	3	51	60	70	0,30%	5,10%	6,00%	7,00%
	152 248 749	0	19	43	68	0,00%	1,90%	4,30%	6,80%
	152 423 614	0	5	23	21	0,00%	0,50%	2,30%	2,10%
	152 598 480	0	0	6	16	0,00%	0,00%	0,60%	1,60%
	152 773 346	0	1	5	9	0,00%	0,10%	0,50%	0,90%
	152 948 212	0	0	1	5	0,00%	0,00%	0,10%	0,50%
max	153 123 077	0	0	0	6	0,00%	0,00%	0,00%	0,60%
suma		1000	1000	1000	1000	100%	100%	100%	100%
ekv. interval	174 866								

Zdroj: vlastní zpracování

Dle tabulky je nejnižší predikovanou hodnotou výše provozních výnosů pro všechna čtvrtletí 149 800 628 Kč, naopak nejvyšší je 153 123 077 Kč. Výše ekvidistantního intervalu je 174 866 Kč. S nejvyšší pravděpodobností se budou provozní výnosy vyvíjet kolem hodnoty 151 899 017 Kč, naopak nejnižší pravděpodobnost je, že se budou čtvrtletní provozní výnosy pohybovat kolem extrémních hodnot.

Pro lepší představu rozdělení pravděpodobnosti provozních výnosů je zpracován následující graf 4.11.

Graf 4.11 Rozdělení pravděpodobnosti provozních výnosů pro jednotlivá čtvrtletí roku 2020



Zdroj: vlastní zpracování

Rozdělení pravděpodobnosti výše provozních výnosů je téměř totožné jako rozdělení pravděpodobnosti výše tržeb za prodej vlastních výrobků a služeb, protože provozní výnosy jsou určeny jako součet tržeb za prodej vlastních výrobků a služeb s tržbami za prodej zboží a ostatními provozními výnosy. Poslední dvě zmiňované položky jsou považovány za deterministické, tedy jejich výše je odhadnuta jako jedna hodnota, která je pro všechny scénáře možného vývoje tržeb za prodej vlastních výrobků a služeb totožná.

Tímto byla dokončena predikce výše provozních výnosů a následuje predikce provozních nákladů, která bude ve většině kroků analogická jako predikce provozních výnosů.

4.4.4 Odhad výše spotřeby materiálu a energie

Spotřeba materiálu a energie je jedinou nákladovou položkou, která není brána jako deterministická, ale je zde předpokládán vliv měnového a komoditního rizika. Celková hodnota této položky skýtá spotřebu materiálu a energie, vzhledem k tomu, že spotřeba energie je zanedbatelná, není v práci dále uvažována. Spotřeba materiálu zahrnuje náklady na spotřebu materiálu v domácí měně a v amerických dolarech. Společnost nakupuje ocel, která představuje její hlavní výrobní materiál v zahraničí a hradí jej v amerických dolarech. Tato část spotřeby materiálu je tedy vystavena komoditnímu riziku, které vyplývá z volatility ceny oceli a dále také měnovému riziku, souvisejícímu s pohybem kurzu CZK/USD. Nejprve je tedy nutné odhadnout podíl této části na celkové nákladové položce.

Firma stejně jako v případě tržeb za prodej vlastních výrobků a služeb nezveřejňuje přesné hodnoty podílu spotřeby oceli nakupované v zahraničí na celkové spotřebě materiálu v jednotlivých letech. Tento podíl tedy nelze odhadovat na základě minulého vývoje, ale dle ověřených údajů má společnost pro rok 2020 plán nakoupit veškerou ocel v zahraničí v dolarech a tento nákup má v daném roce tvořit 60 % celkové spotřeby materiálu. Zbýlých 40 % budou tvořit ostatní nákladové položky související se spotřebou materiálu v rámci tuzemska.

Dalšími potřebnými údaji pro simulaci očekávaného vývoje spotřeby materiálu a energie pro rok 2020 jsou cena a množství nakoupené oceli. Průměrná cena za tunu nakupované oceli je dle dostupných údajů 452,09 USD a plán nákupu je pro rok 2020 4 250 tun. Celková výše spotřeby materiálu a energie je dle plánu firmy ve výši

74 250 000 Kč. Tato hodnota je blízká hodnotě v roce 2019, tímto se tedy potvrzuje to, že firma v roce 2020 neplánuje nijak významně měnit svou produkci oproti předchozímu roku.

Následující tabulka 4.20 obsahuje základní údaje potřebné pro simulaci budoucího možného vývoje spotřeby materiálu a energie.

Tab. 4.20 Údaje potřebné pro predikci spotřeby materiálu a energie

plánovaná spotřeba materiálu a energie	74 250 000 Kč
podíl nákladů na import	60%
podíl nákladů v rámci tuzemska	40%
týdenní náklady v rámci tuzemska	571 154 Kč
odhadované náklady na import	44 064 986 Kč
plánované množství nakoupené oceli v zahraničí	4 250 tun
cena za tunu nakupované oceli	\$ 452
náklady na import	\$ 1 921 383
týdenní náklady na import oceli	\$ 36 950
týdenní náklady na import oceli (dle prům. kurzu CZK/USD)	847 404 Kč
množství nakoupených tun ze zahraničí týdně	82 tun

Zdroj: vlastní zpracování

V tabulce jsou přehledně zobrazeny již zmíněné údaje, které jsou nezbytné pro simulaci výše spotřeby materiálu. Hodnota odhadovaných tržeb v rámci tuzemska je vypočtena jako 40 % z celkové hodnoty plánované spotřeby materiálu. Týdenní tržby v rámci tuzemska jsou poté určeny tak, že je hodnota celkových tržeb vydělena počtem týdnů, tj. 52, za předpokladu rovnoměrného nákupu a stálých cen v rámci celého roku. Odhad nákladů na import v Kč je určen jako 60 % z hodnoty celkové spotřeby materiálu. Vypočtená hodnota nákladů na import je v tabulce pouze orientační a není během simulace použita, protože hodnota této proměnné je výsledkem celé predikce. Náklady na import v USD jsou získány vynásobením hodnoty plánovaného množství nakoupených tun oceli ze zahraničí s průměrnou cenou za tunu oceli. Týdenní náklady na import v USD a množství nakoupených tun oceli ze zahraničí týdně jsou poté vypočteny stejným způsobem a za stejných předpokladů jako týdenní náklady na import v rámci tuzemska. Týdenní náklady na import oceli v CZK jsou vypočteny tak, že týdenní náklady na import v USD jsou přepočteny na CZK dle průměrného devizového kurzu CZK/USD za rok 2019.

Na celkovou výši spotřeby materiálu a energie působí na rozdíl od tržeb za prodej vlastních výrobků a služeb dva rizikové faktory, a to cena oceli a kurz CZK/USD.

V prvním kroku je simulován vliv změny devizového kurzu CZK/USD na cenu oceli. Jednotlivé scénáře predikce ceny oceli v USD jsou vynásobeny jednotlivými scénáři vývoje devizového kurzu CZK/USD. Matematicky lze tento výpočet zapsat takto:

$$Cena_OCEL_{i,t}^{CZK} = Cena_OCEL_{i,t}^{USD} \cdot Kurz_{i,t}^{CZK/USD}, \quad (4.9)$$

kde $Cena_OCEL_{i,t}^{CZK}$ představuje cenu oceli v českých korunách pro i -tý scénář v týdnu t , $Cena_OCEL_{i,t}^{USD}$ představuje cenu oceli v amerických dolarech pro i -tý scénář v týdnu t a $Kurz_{i,t}^{CZK/USD}$ je devizový kurz CZK/USD pro i -tý scénář v týdnu t .

Následující tabulka 4.21 obsahuje 10 vybraných scénářů simulace vývoje ceny oceli v CZK za tunu pro první čtvrtletí roku 2020, tedy pro prvních 13 týdnů včetně výchozí hodnoty, kterou je cena oceli v USD k 2.1.2020 (450 USD) vynásobená kurzem CZK/USD k 2.1.2020 (22,70 CZK/USD), tedy 10 215,9 CZK.

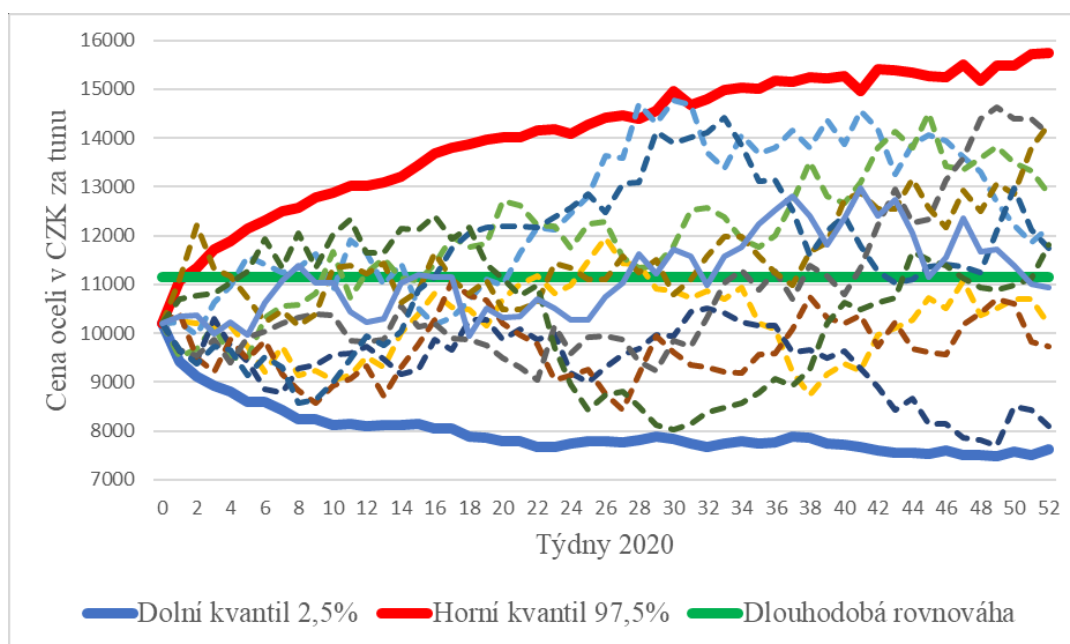
Tab. 4.21 Prvních deset scénářů vývoje týdenních hodnot ceny oceli v českých korunách za tunu pro první čtvrtletí roku 2020

v CZK		Týdny 2020													
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
scénáře	1	10 215,90	10 247,43	10 212,12	10 112,72	10 160,85	9 729,56	9 214,79	9 741,91	9 145,22	9 240,71	9 047,73	9 130,04	9 514,92	9 299,66
	2	10 215,90	10 229,07	9 977,65	10 631,36	10 959,35	11 580,46	11 405,93	11 249,51	11 337,99	11 623,38	10 857,47	11 915,90	11 643,71	10 975,96
	3	10 215,90	9 508,92	9 674,42	10 165,05	9 483,94	9 494,66	10 318,26	10 550,35	10 583,95	10 811,55	11 678,20	10 733,40	11 254,75	11 522,36
	4	10 215,90	9 645,92	9 447,29	10 303,90	9 757,09	9 420,61	8 855,87	8 778,18	9 291,41	9 351,64	9 574,69	9 581,29	9 721,62	9 462,21
	5	10 215,90	10 408,38	9 505,91	9 218,64	9 874,10	9 463,36	9 840,83	9 159,36	8 839,63	8 578,01	8 926,24	9 077,49	9 326,70	8 705,09
	6	10 215,90	9 666,10	9 533,08	9 868,72	9 398,04	9 925,97	10 049,15	10 207,07	10 334,28	10 384,40	10 372,12	9 839,81	9 822,91	9 868,75
	7	10 215,90	11 100,09	12 213,11	11 325,50	11 181,00	10 736,20	10 228,42	10 456,34	10 147,02	10 394,46	11 330,83	11 388,03	11 212,50	11 441,99
	8	10 215,90	9 649,99	9 372,86	9 740,50	9 650,35	9 129,23	9 507,60	9 306,97	8 568,58	8 653,56	8 990,08	9 465,19	9 950,08	9 743,94
	9	10 215,90	10 703,50	10 774,51	10 831,23	11 025,46	11 274,45	11 935,39	11 336,72	12 049,01	11 337,39	12 032,95	12 324,58	11 652,34	11 644,67
	10	10 215,90	10 344,08	10 381,04	9 985,46	10 224,00	9 966,71	10 638,77	11 080,97	11 394,78	11 039,73	11 030,23	10 433,16	10 235,79	10 289,60

Zdroj: vlastní zpracování

Následující graf 4.12 zahrnuje zvolených 10 scénářů vývoje ceny oceli v CZK za tunu v jednotlivých týdnech v roce 2020 včetně 2,5 % a 97,5 % percentilů a dlouhodobé rovnováhy.

Graf 4.12 Predikované scénáře vývoje ceny oceli v českých korunách za tunu pro první čtvrtletí roku 2020



Zdroj: vlastní zpracování

Přerušované linie v grafu označují deset zvolených scénářů, zelená plná linie představuje dlouhodobou rovnováhu a ostatní plné linie představují percentily 2,5 % a 97,5 %. Tímto je zohledněn vliv devizového kurzu CZK/USD na cenu oceli a v dalším kroku je provedena simulace vývoje nákladů na nákup oceli v zahraničí, tedy je simulována část spotřeby materiálu.

Hodnota týdenních nákladů na nákup oceli v zahraničí je zjištěna tak, že cena oceli v CZK zjištěna v předchozím kroku je vynásobena množstvím nakoupených tun ze zahraničí týdně. Tímto způsobem je zjištěno 1 000 scénářů týdenních nákladů na import oceli ze zahraničí v CZK.

Matematicky lze tento výpočet zapsat takto:

$$\text{Náklady}_{IMP_{i,t}^{CZK}} = \text{Cena}_{OCEL_{i,t}^{CZK}} \cdot \text{Množství}, \quad (4.10)$$

kde $\text{Náklady}_{IMP_{i,t}^{CZK}}$ představují náklady na import oceli ze zahraničí pro i -tý scénář v týdnu t , $\text{Cena}_{OCEL_{i,t}^{CZK}}$ je cena oceli v českých korunách pro i -tý scénář v týdnu t . a Množství představuje množství nakoupených tun oceli ze zahraničí týdně.

Následující tabulka 4.22 obsahuje 10 vybraných scénářů simulace nákladů na spotřebu materiálu za první čtvrtletí roku 2020 v českých korunách. Výše týdenní spotřeby materiálu je vypočtena tak, že k jednotlivým týdenním nákladům na import oceli ze zahraničí vypočteným dle rovnice (4.10) je přičtena částka 571 154 Kč, která

představuje hodnotu týdenní spotřeby materiálu v rámci tuzemska. Matematicky lze tento vztah zapsat takto:

$$\sum Nákklady_IMP_{i,t}^{CZK} = Nákklady_CZK + Cena_OCEL_{i,t}^{CZK} \cdot Množství \quad (4.11)$$

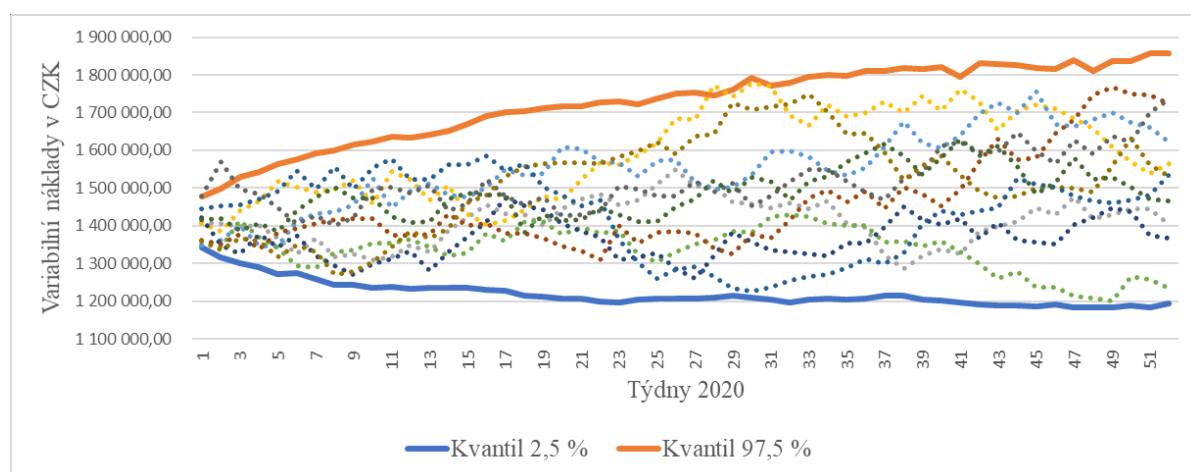
Tab 4.22 Deset zvolených scénářů predikce výše spotřeby materiálu v rámci tuzemska i zahraničí

v CZK		Týdny 2020												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
scénáře	1	1 408 684,39	1 405 798,11	1 397 674,06	1 401 608,34	1 366 358,22	1 324 285,58	1 367 367,47	1 318 599,39	1 326 404,30	1 310 631,39	1 317 358,68	1 348 815,71	1 331 222,42
	2	1 407 183,45	1 386 635,20	1 440 063,46	1 466 869,89	1 517 633,82	1 503 369,11	1 490 584,85	1 497 816,43	1 521 141,84	1 458 543,62	1 545 049,52	1 522 803,48	1 468 227,29
	3	1 348 325,60	1 361 851,59	1 401 951,44	1 346 283,72	1 347 159,59	1 414 473,39	1 433 442,43	1 436 188,22	1 454 790,06	1 525 622,14	1 448 402,56	1 491 013,10	1 512 885,40
	4	1 359 522,31	1 343 288,36	1 413 299,50	1 368 608,44	1 341 107,23	1 294 950,64	1 288 601,04	1 330 547,64	1 335 470,66	1 353 700,25	1 354 240,18	1 365 709,03	1 344 507,81
	5	1 421 838,92	1 348 079,58	1 324 600,47	1 378 171,95	1 344 601,35	1 375 452,66	1 319 755,42	1 293 623,81	1 272 241,44	1 300 702,17	1 313 064,37	1 333 432,35	1 282 627,59
	6	1 361 171,49	1 350 300,03	1 377 732,08	1 339 263,20	1 382 411,22	1 392 478,68	1 405 385,92	1 415 782,89	1 419 879,04	1 418 875,52	1 375 368,71	1 373 988,22	1 377 734,57
	7	1 478 372,46	1 569 340,88	1 496 795,33	1 484 985,72	1 448 631,76	1 407 130,44	1 425 758,58	1 400 477,45	1 420 700,87	1 497 231,41	1 501 906,12	1 487 560,41	1 506 316,80
	8	1 359 854,65	1 337 205,10	1 367 252,71	1 359 884,53	1 317 292,44	1 348 217,10	1 331 819,96	1 271 470,58	1 278 415,81	1 305 919,77	1 344 751,10	1 384 381,37	1 367 533,94
	9	1 445 958,89	1 451 762,78	1 456 398,89	1 472 273,48	1 492 623,24	1 546 642,06	1 497 712,76	1 555 928,48	1 497 767,56	1 554 616,19	1 578 450,89	1 523 508,62	1 522 881,59
	10	1 416 583,36	1 419 604,28	1 387 272,89	1 406 768,92	1 385 740,84	1 440 668,38	1 476 810,04	1 502 457,62	1 473 439,42	1 472 662,93	1 423 863,79	1 407 732,61	1 412 131,12

Zdroj: vlastní zpracování

Dle údajů zobrazených v tabulce lze říct, že hodnota variabilních nákladů (spotřeba materiálu a energie) se pohybuje v rozmezí od 1 200 000 do 1 600 000 CZK, tedy hodnota variabilních nákladů se v jednotlivých týdnech poměrně dost mění. Následující graf 4.13 zobrazuje uvedené scénáře v grafickém vyobrazení včetně 2,5 % a 97,5 % percentilů.

Graf 4.13 Deset zvolených scénářů simulace výše týdenních variabilních nákladů (spotřeba materiálu a energie) v rámci tuzemska i zahraničí, včetně 2,5 % a 97,5 % percentilů



Zdroj: vlastní zpracování

Čtvrtletní výše variabilních nákladů lze vypočítat jako suma týdnů spadajících do daného čtvrtletí (vždy 13 týdnů) a výše ročních variabilních nákladů odpovídá sumě všech týdnů v jednotlivých scénářích.

Následující tabulka 4.23 obsahuje 10 vybraných scénářů simulace vývoje variabilních nákladů, a to jak pro jednotlivá čtvrtletí, tak rovněž za celý rok 2020.

Tab. 4.23 Deset zvolených scénářů simulace vývoje ročních a čtvrtletních variabilních nákladů (spotřeba materiálu a energie) v roce 2020

v CZK		čtvrtletní				roční
		I.Q	II.Q	III.Q	IV.Q	
scénáře	1	17 624 808,05	18 910 587,14	18 479 364,22	18 356 249,25	73 371 008,67
	2	19 225 921,96	19 689 950,03	22 382 746,60	21 610 853,49	82 909 472,08
	3	18 522 389,23	20 112 301,85	20 361 077,63	21 800 951,54	80 796 720,26
	4	17 493 553,09	17 710 860,15	18 035 943,67	16 383 836,82	69 624 193,73
	5	17 308 192,10	17 888 646,15	17 601 982,58	18 119 210,99	70 918 031,82
	6	17 990 371,56	17 878 724,75	18 558 263,40	21 364 131,64	75 791 491,35
	7	19 125 208,22	19 087 095,13	19 611 326,89	21 155 269,27	78 978 899,50
	8	17 373 999,06	20 082 352,39	21 568 032,92	19 838 474,12	78 862 858,49
	9	19 596 525,42	18 939 509,51	16 684 037,76	19 189 065,25	74 409 137,94
	10	18 625 736,21	18 719 114,89	19 948 766,45	20 036 159,00	77 329 776,55

Zdroj: vlastní zpracování

Dle údajů z tabulky 4.23 je zřejmé, že se výše čtvrtletních variabilních nákladů pohybuje v rozmezí od 16 do 22 mil. Kč, tedy čtvrtletní variabilní náklady jsou poměrně volatilní. Výše ročních variabilních nákladů je rovněž poměrně nestabilní, což je způsobeno vlivem volatility dolarové ceny oceli na trhu a také volatilitou devizového kurzu CZK/USD a ve vybraných scénářích se její hodnota pohybuje v rozmezí od 69 do 82 mil. Kč. Aby nedocházelo ke zkreslení konečného výsledků, z důvodu výběru nevhodného reprezentativního vzorku, je vhodné zachytit všechny scénáře pro všechna čtvrtletí souhrnně. Pro větší přehlednost je provedeno rozdělení četnosti a pravděpodobnosti vývoje dané položky a je tak zjištěno s jakou pravděpodobností bude výše variabilních nákladů spadat do jednotlivých intervalů hodnot. Postup tohoto výpočtu je stejný jako v případě určení rozdělení pravděpodobnosti tržeb za prodej vlastních výrobků a služeb v podkapitole 4.4.1.

Výsledek daného postupu je obsažen v tabulce 4.24.

4.24 Rozdělení pravděpodobnosti a četnosti výše variabilních nákladů

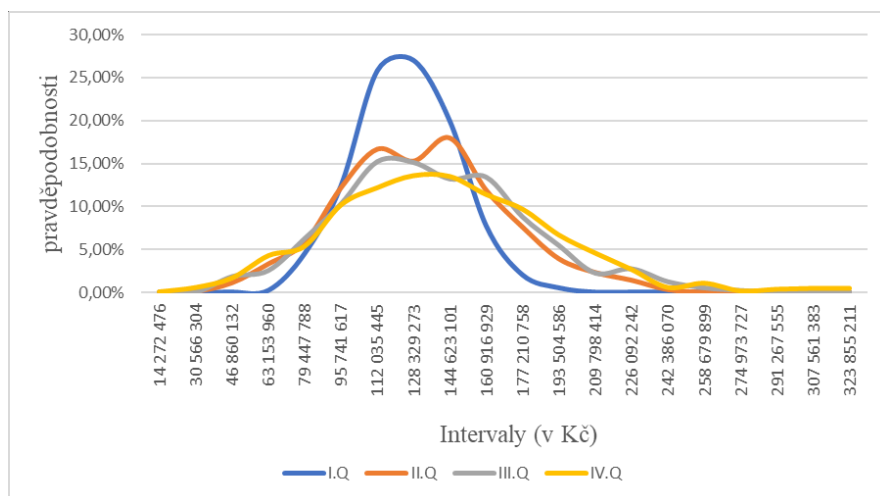
meze		četnosti				pravděpodobnosti			
pro všechny čtvrtletí společně		I.Q	II.Q	III.Q	IV.Q	I.Q	II.Q	III.Q	IV.Q
min	14 272 476	0	0	0	1	0,00%	0,00%	0,00%	0,10%
	14 933 261	0	1	1	6	0,00%	0,10%	0,10%	0,60%
	15 594 047	0	11	19	17	0,00%	1,10%	1,90%	1,70%
	16 254 833	2	33	26	43	0,20%	3,30%	2,60%	4,30%
	16 915 619	45	58	63	54	4,50%	5,80%	6,30%	5,40%
	17 576 404	124	122	103	102	12,40%	12,20%	10,30%	10,20%
	18 237 190	258	167	152	122	25,80%	16,70%	15,20%	12,20%
	18 897 976	270	153	151	136	27,00%	15,30%	15,10%	13,60%
	19 558 762	199	180	132	135	19,90%	18,00%	13,20%	13,50%
	20 219 547	77	119	134	114	7,70%	11,90%	13,40%	11,40%
	20 880 333	20	76	88	97	2,00%	7,60%	8,80%	9,70%
	21 541 119	5	39	55	67	0,50%	3,90%	5,50%	6,70%
	22 201 905	0	23	23	46	0,00%	2,30%	2,30%	4,60%
	22 862 690	0	14	28	27	0,00%	1,40%	2,80%	2,70%
	23 523 476	0	3	13	6	0,00%	0,30%	1,30%	0,60%
	24 184 262	0	0	6	11	0,00%	0,00%	0,60%	1,10%
	24 845 048	0	0	3	2	0,00%	0,00%	0,30%	0,20%
	25 505 833	0	0	1	4	0,00%	0,00%	0,10%	0,40%
	26 166 619	0	1	1	5	0,00%	0,10%	0,10%	0,50%
max	26 827 405	0	0	1	5	0,00%	0,00%	0,10%	0,50%
suma		1000	1000	1000	1000	100%	100%	100%	100%
ekv. interval	660 785,74								

Zdroj: vlastní zpracování

Dle údajů obsažených v tabulce 4.24 je nejnižší predikovanou hodnotou výše variabilních nákladů pro všechna čtvrtletí 14 272 476 Kč, naopak nejvyšší je 26 827 405 Kč. Hodnota ekvidistančního intervalu neboli šíře jednotlivých intervalů je 660 785,74 Kč. S nejvyšší pravděpodobností se bude hodnota variabilních nákladů v roce 2020 pohybovat kolem hodnoty 19 mil. Kč. Naopak s nejnižší pravděpodobností se hodnota variabilních nákladů bude pohybovat kolem její maximální výše.

Pro větší přehlednost rozdělení pravděpodobnosti variabilních nákladů je zpracován následující graf 4.14.

Graf 4.14 Rozdělení pravděpodobnosti variabilních nákladů pro jednotlivá čtvrtletí roku 2020



Zdroj: vlastní zpracování

Z grafu 4.14 je zřejmé, že v prvním čtvrtletí má rozdělení pravděpodobnosti nejšpičatější tvar, toto znamená, že v prvním čtvrtletí je očekávaná nejnižší volatilita a variabilní náklady budou s pravděpodobností 85,10 % ležet v rozmezí od 17 do 19 mil. Kč.

4.4.5 Odhad ostatních položek provozních nákladů

Obsahem dané podkapitoly je simulace vývoje ostatních položek provozních nákladů, které jsou považovány za deterministické. Hodnoty těchto položek jsou následně přičteny k jednotlivým scénářům vývoje hodnoty variabilních nákladů a získáme tak scénáře předpokládaného vývoje provozních nákladů pro rok 2020.

Následující tabulka 4.25 obsahuje predikovanou výši všech zbývajících položek provozních nákladů. Odhad výše těchto položek je proveden na základě finančního plánu, který je uveden v kapitole třetí. V tabulce jsou obsaženy jak roční, tak čtvrtletní výše predikovaných položek. Čtvrtletní hodnoty jsou určeny jako 25 % z roční výše odhadovaných položek za předpokladu, že se zde uvažuje rovnoměrný vývoj během roku.

Tab. 4.25 Odhad roční a čtvrtletní výše ostatních provozních nákladů pro rok 2020.

Název položky (v Kč)	Čtvrtletní výše	Roční výše
Náklady vynaložené na prodané zboží	275	1 102
Služby	14 320 556	57 282 225
Změna stavu zásob vlastní činnosti	13 352 584	53 410 335
Aktivace	- 188	- 750
Osobní náklady	9 055 457	36 221 829
Úpravy hodnot v provozní oblasti	71 118 631	284 474 525
Ostatní provozní náklady	189 180 490	756 721 960

Zdroj: vlastní zpracování

4.4.6 Odhad celkových provozních nákladů

K určení celkové výše provozních nákladů stačí pouze přičíst hodnoty položek uvedené v tabulce 4.25 k predikovaným hodnotám variabilních nákladů, které jsou výsledkem předchozí podkapitoly. Výsledkem je tisíc různých scénářů výše celkových provozních nákladů za jednotlivá čtvrtletí a za celý rok 2020. Následující tabulka 4.26 obsahuje výsledné hodnoty deseti zvolených scénářů.

Tab. 4.26 Deset zvolených scénářů vývoje čtvrtletních a ročních provozních nákladů v roce 2020

v CZK		čtvrtletní				roční
		I.Q	2.Q	3.Q	4.Q	
scénáře	1	314 652 614,50	315 938 393,59	315 507 170,67	315 384 055,70	1 261 482 234,46
	2	316 253 728,41	316 717 756,48	319 410 553,05	318 638 659,94	1 271 020 697,88
	3	315 550 195,68	317 140 108,30	317 388 884,08	318 828 757,99	1 268 907 946,05
	4	314 521 359,54	314 738 666,59	315 063 750,11	313 411 643,27	1 257 735 419,52
	5	314 335 998,54	314 916 452,60	314 629 789,03	315 147 017,44	1 259 029 257,62
	6	315 018 178,01	314 906 531,20	315 586 069,85	318 391 938,09	1 263 902 717,15
	7	316 153 014,67	316 114 901,58	316 639 133,33	318 183 075,72	1 267 090 125,30
	8	314 401 805,51	317 110 158,84	318 595 839,37	316 866 280,56	1 266 974 084,28
	9	316 624 331,86	315 967 315,96	313 711 844,21	316 216 871,70	1 262 520 363,74
	10	315 653 542,66	315 746 921,34	316 976 572,90	317 063 965,45	1 265 441 002,35

Zdroj: vlastní zpracování

Dle údajů uvedených v tabulce 4.26 lze říci, že čtvrtletní výše celkových provozních nákladů se bude pohybovat v rozmezí od 313 do 319 mil. Kč. Roční výše provozních nákladů se dle zvolených deseti scénářů bude pohybovat v rozmezí od 1,259 do 1,272 mil. Kč.

Stejně jako v případě predikce tržeb za prodej vlastních výrobků a služeb i v tomto případě je zachyceno pouze 10 zvolených scénářů, což může zkreslovat skutečný výsledek výpočtu, proto je vhodnější zachytit všechny vypočtené scénáře pro všechna čtvrtletí souhrnně, a to pomocí rozdělení pravděpodobnosti provozních nákladů totožným způsobem jako v podkapitole 4.4.1 v případě rozdělení pravděpodobnosti tržeb za prodej vlastních výrobků a služeb. Výsledek je zachycen v tabulce 4.27.

Tab. 4.27 Rozdělení pravděpodobnosti a četnosti výše provozních nákladů

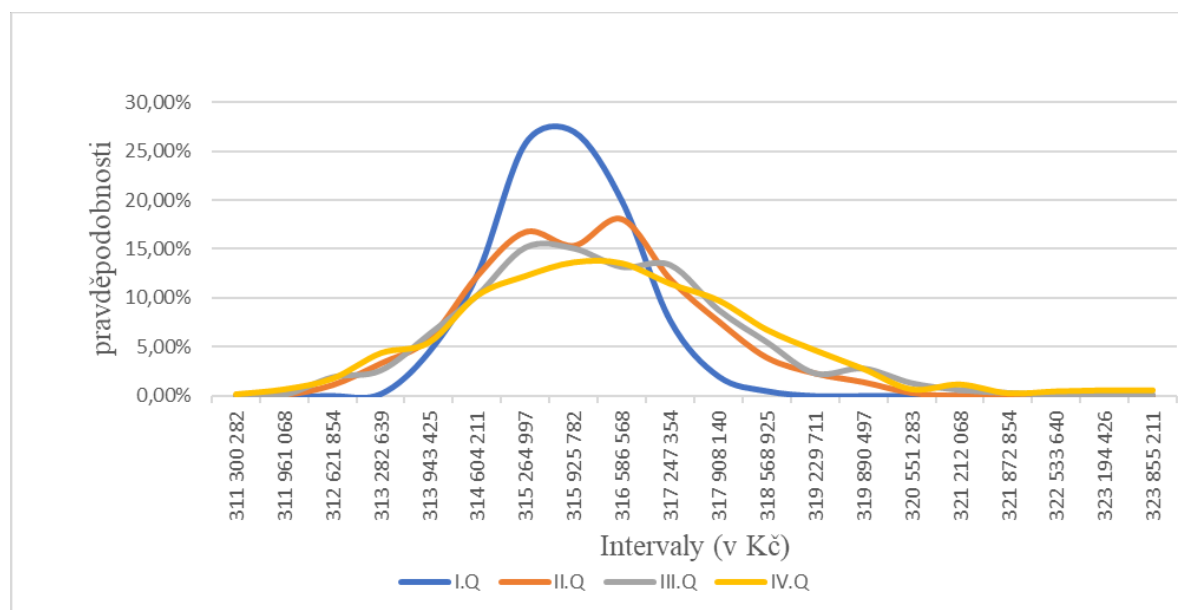
meze		četnosti				pravděpodobnosti			
pro všechny čtvrtletí společně		I.Q	II.Q	III.Q	IV.Q	I.Q	II.Q	III.Q	IV.Q
min	311 300 282	0	0	0	1	0,00%	0,00%	0,00%	0,10%
	311 961 068	0	1	1	6	0,00%	0,10%	0,10%	0,60%
	312 621 854	0	11	19	17	0,00%	1,10%	1,90%	1,70%
	313 282 639	2	33	26	43	0,20%	3,30%	2,60%	4,30%
	313 943 425	45	58	63	54	4,50%	5,80%	6,30%	5,40%
	314 604 211	124	122	103	102	12,40%	12,20%	10,30%	10,20%
	315 264 997	258	167	152	122	25,80%	16,70%	15,20%	12,20%
	315 925 782	270	153	151	136	27,00%	15,30%	15,10%	13,60%
	316 586 568	199	180	132	135	19,90%	18,00%	13,20%	13,50%
	317 247 354	77	119	134	114	7,70%	11,90%	13,40%	11,40%
	317 908 140	20	76	88	97	2,00%	7,60%	8,80%	9,70%
	318 568 925	5	39	55	67	0,50%	3,90%	5,50%	6,70%
	319 229 711	0	23	23	46	0,00%	2,30%	2,30%	4,60%
	319 890 497	0	14	28	27	0,00%	1,40%	2,80%	2,70%
	320 551 283	0	3	13	6	0,00%	0,30%	1,30%	0,60%
	321 212 068	0	0	6	11	0,00%	0,00%	0,60%	1,10%
	321 872 854	0	0	3	2	0,00%	0,00%	0,30%	0,20%
	322 533 640	0	0	1	4	0,00%	0,00%	0,10%	0,40%
	323 194 426	0	1	1	5	0,00%	0,10%	0,10%	0,50%
max	323 855 211	0	0	1	5	0,00%	0,00%	0,10%	0,50%
suma		1000	1000	1000	1000	100%	100%	100%	100%
ekv. interval	660 785,74								

Zdroj: vlastní zpracování

Z dané tabulky 4.27 vyplývá, že nejnižší predikovanou hodnotou provozních nákladů pro všechna čtvrtletí je 311 300 282 Kč, naopak nejvyšší je 323 855 211 Kč. Výše ekvidistantního intervalu je 660 786,74 Kč. S nejvyšší pravděpodobností se budou provozní náklady v roce 2020 pohybovat kolem hodnoty 316 mil. Kč naopak s nejnižší pravděpodobností budou nabývat maximální výše.

Pro větší přehlednost následuje graf 4.15, kde je zobrazeno rozdělení pravděpodobnosti provozních nákladů graficky.

Graf 4.15 Rozdělení pravděpodobnosti celkových provozních nákladů pro jednotlivá čtvrtletí roku 2020



Zdroj: vlastní zpracování

Rozdělení pravděpodobnosti výše provozních nákladů je téměř totožné jako rozdělení pravděpodobnosti výše variabilních nákladů, protože provozní náklady jsou určeny jako součet variabilních nákladů se zbylými položkami provozních nákladů, které jsou považovány za deterministické, tedy jejich výše je odhadnuta jako jedna hodnota, která je stejná pro všechny scénáře možného vývoje variabilních nákladů.

4.4.7 Odhad provozního výsledku hospodaření

Obsahem dané podkapitoly je již samotný odhad výše provozního výsledku hospodaření. Provozní výsledek je dán rozdílem mezi provozními výnosy a provozními náklady, které byly odhadnuty v předchozích podkapitolách. Výsledkem je opět tisíc scénářů možného vývoje provozního výsledku hospodaření v roce 2020, a to jak v jednotlivých čtvrtletích, tak za celý rok.

Následující tabulka 4.28 obsahuje deset vybraných scénářů vývoje provozního výsledku hospodaření.

Tab. 4.28 Deset vybraných scénářů vývoje čtvrtletních a ročního provozního výsledku hospodaření v roce 2020

v CZK		čtvrtletní				roční
		1.Q	2.Q	3.Q	4.Q	
scénáře	1	- 163 384 006,99	- 164 506 580,56	- 164 167 658,89	- 164 131 043,30	- 656 189 289,73
	2	- 164 663 512,04	- 165 054 653,70	- 167 241 014,59	- 166 439 169,24	- 663 398 349,56
	3	- 164 109 526,96	- 165 423 579,22	- 165 586 906,98	- 166 715 468,07	- 661 835 481,23
	4	- 163 287 365,90	- 163 558 261,14	- 163 900 891,17	- 162 693 796,25	- 653 440 314,46
	5	- 163 139 870,21	- 163 706 138,05	- 163 574 896,55	- 164 065 707,50	- 654 486 612,31
	6	- 163 677 142,22	- 163 656 776,45	- 164 289 419,84	- 166 626 260,26	- 658 249 598,76
	7	- 164 575 702,29	- 164 554 406,56	- 164 987 958,53	- 166 240 250,39	- 660 358 317,78
	8	- 163 195 813,92	- 165 475 117,37	- 166 644 061,63	- 165 115 458,51	- 660 430 451,44
	9	- 164 962 204,28	- 164 404 797,69	- 162 687 405,73	- 164 794 292,69	- 656 848 700,39
	10	- 164 178 928,62	- 164 283 307,21	- 165 315 713,95	- 165 339 574,17	- 659 117 523,95

Zdroj: vlastní zpracování

Dle výsledků deseti zvolených scénářů lze říct, že výsledek hospodaření v rámci čtvrtletí se bude zřejmě pohybovat v rozmezí od mínus 163 do mínus 167 mil. Kč. S nejvyšší pravděpodobností bude tedy provozní výsledek hospodaření v roce 2020 záporný. Roční výše provozního výsledku hospodaření by se poté měla pohybovat v rozmezí od mínus 655 do mínus 665 mil. Kč.

Pro větší přesnost odhadu výše provozního výsledku hospodaření je lepší zachytit všech tisíc scénářů za jednotlivá čtvrtletí souhrnně, aby nedošlo ke zkreslení výsledku, z důvodu zvolení nevhodného reprezentativního vzorku deseti scénářů. Všechna čtvrtletí v rámci všech scénářů jsou zachycena stejným způsobem jako v rámci předchozích predikcí pomocí rozdělení pravděpodobnosti provozního výsledku hospodaření totožným způsobem jako v podkapitole 4.4.1 v případě rozdělení pravděpodobnosti tržeb za prodej vlastních výrobků a služeb. Výsledné rozdělení pravděpodobnosti je zachyceno v tabulce 4.29.

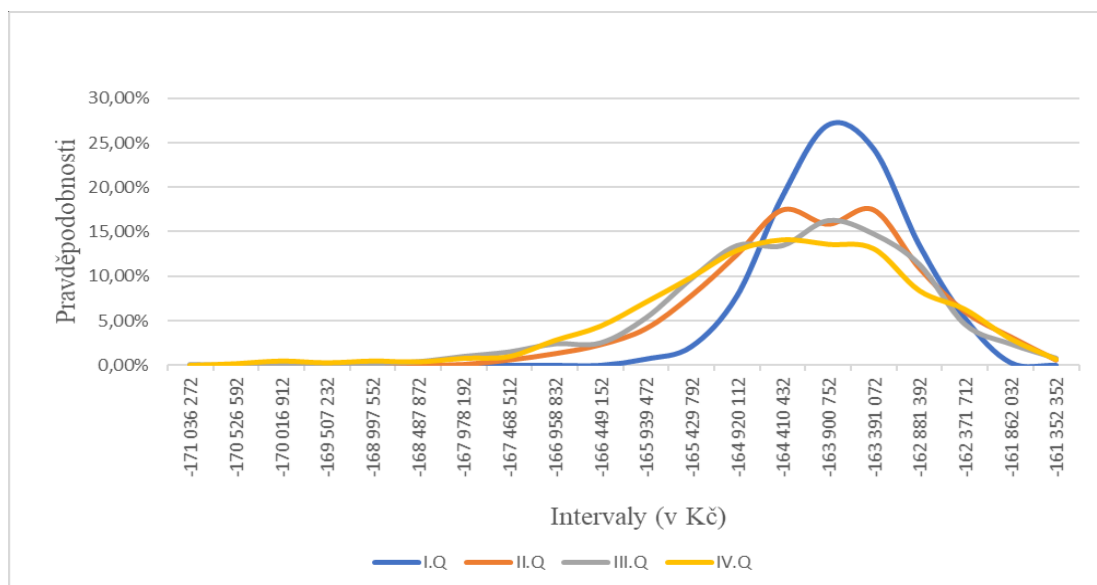
Tab. 4.29 Rozdělení pravděpodobnosti a četnosti výše provozního výsledku hospodaření v roce 2020

meze		četnosti				pravděpodobnosti			
pro všechny čtvrtletí společně		I.Q	II.Q	III.Q	IV.Q	I.Q	II.Q	III.Q	IV.Q
min	-171 036 272	0	0	1	0	0,00%	0,00%	0,10%	0,00%
	-170 526 592	0	0	0	2	0,00%	0,00%	0,00%	0,20%
	-170 016 912	0	0	1	5	0,00%	0,00%	0,10%	0,50%
	-169 507 232	0	1	0	3	0,00%	0,10%	0,00%	0,30%
	-168 997 552	0	0	2	5	0,00%	0,00%	0,20%	0,50%
	-168 487 872	0	0	4	4	0,00%	0,00%	0,40%	0,40%
	-167 978 192	0	1	10	8	0,00%	0,10%	1,00%	0,80%
	-167 468 512	0	6	15	10	0,00%	0,60%	1,50%	1,00%
	-166 958 832	0	13	24	28	0,00%	1,30%	2,40%	2,80%
	-166 449 152	0	23	25	44	0,00%	2,30%	2,50%	4,40%
	-165 939 472	7	41	53	71	0,70%	4,10%	5,30%	7,10%
	-165 429 792	21	78	97	99	2,10%	7,80%	9,70%	9,90%
	-164 920 112	78	124	134	129	7,80%	12,40%	13,40%	12,90%
	-164 410 432	190	174	134	141	19,00%	17,40%	13,40%	14,10%
	-163 900 752	270	158	162	136	27,00%	15,80%	16,20%	13,60%
	-163 391 072	243	174	147	131	24,30%	17,40%	14,70%	13,10%
	-162 881 392	135	109	113	84	13,50%	10,90%	11,30%	8,40%
	-162 371 712	53	60	46	63	5,30%	6,00%	4,60%	6,30%
	-161 862 032	3	32	24	30	0,30%	3,20%	2,40%	3,00%
max	-161 352 352	0	6	8	7	0,00%	0,60%	0,80%	0,70%
suma		1000	1000	1000	1000	100%	100%	100%	100%
ekv. Interval	509 680								

Zdroj: vlastní zpracování

Dle tabulky je tedy nejnižší predikovaný provozní výsledek hospodaření mínus 171 445 155 Kč, naopak nejvyšší je mínus 161 761 235 Kč. Výše ekvidistančního intervalu je 509 680 Kč. S nejvyšší pravděpodobností se bude provozní výsledek hospodaření pohybovat kolem mínus 163 mil. Kč a přibližovat se maximální predikované výši. Nicméně dle predikce je v roce 2020 očekáván záporný provozní výsledek hospodaření. Pro větší přehlednost je doplněn graf 4.16 rozdělení pravděpodobnosti provozního výsledku hospodaření.

Graf 4.16 Rozdělení pravděpodobnosti provozního výsledku hospodaření pro jednotlivá čtvrtletí roku 2020



Zdroj: vlastní zpracování

Z grafu 4.16 vyplývá, že rozdělení pravděpodobnosti výše provozního výsledku hospodaření je zešikmeno doleva, tedy je vyšší pravděpodobnost, že se výsledek hospodaření z provozní činnosti bude pohybovat někde kolem maximální predikované hodnoty na rozdíl od minimální. V prvním kvartálu je rozdělení nejšpicatější, to znamená, že v prvním čtvrtletí je očekávaná nejnižší volatilita a je s nejvyšší pravděpodobností určeno, že se provozní výsledek hospodaření bude pohybovat kolem hodnoty mínus 164 mil. Kč.

4.5 Shrnutí

Obsahem dané kapitoly je shrnutí dosažených výsledků na základě provedené predikce provozního výsledku hospodaření, a také položek nezbytných pro výpočet daného provozního výsledku.

V celé práci je uvažován vliv tří rizikových faktorů, kterými jsou rizikový faktor měnový na výstupu a komoditní a měnový rizikový faktor na vstupu. Výstup firmy neboli její tržby jsou ovlivňovány volatilitou devizového kurzu CZK/EUR, který je mírně volatilní a během sledovaného období je možné pozorovat mírný trend posilování koruny vůči euru.

Variabilní náklady jsou ovlivňovány volatilitou devizového kurzu CZK/USD a komoditním rizikovým faktorem v podobě volatility ceny oceli. Po srovnání vlivu obou rizikových faktorů je zřejmé, že cena oceli je jednoznačně více nestabilní a pohyblivá oproti devizovému kurzu CZK/USD. Ani u jednoho z těchto dvou rizikových faktorů nebyl zřejmý během sledovaného období určitý vývojový trend, naopak obě kolísaly kolem své dlouhodobé rovnováhy.

Pro úplnost a větší přehlednost byla vypočtena základní charakteristika jednotlivých predikovaných proměnných. Následující tabulka 4.30 obsahuje základní charakteristiku predikovaných tržeb za prodej vlastních výrobků a služeb.

Tab. 4.30 Základní charakteristika predikovaných tržeb za prodej vlastních výrobků a služeb

název	I.Q	II.Q	III.Q	IV.Q	2020
nejhorší hodnota (MIN)	40 437 187	39 969 794	39 642 821	39 391 489	160 006 993
nejlepší hodnota (MAX)	41 564 756	42 196 995	42 409 800	42 713 939	168 412 504
směrodatná odchylka	181 271	340 384	440 466	541 737	1 358 161
střední hodnota	41 017 191	41 018 269	41 026 643	41 026 127	164 088 230
medián	41 025 453	41 044 102	41 026 819	41 023 119	164 057 251
Percentil 2,5%	40 651 358	40 327 205	40 168 080	39 946 716	161 468 325
Percentil 97,5%	41 300 027	41 594 530	41 763 123	41 859 840	166 261 539

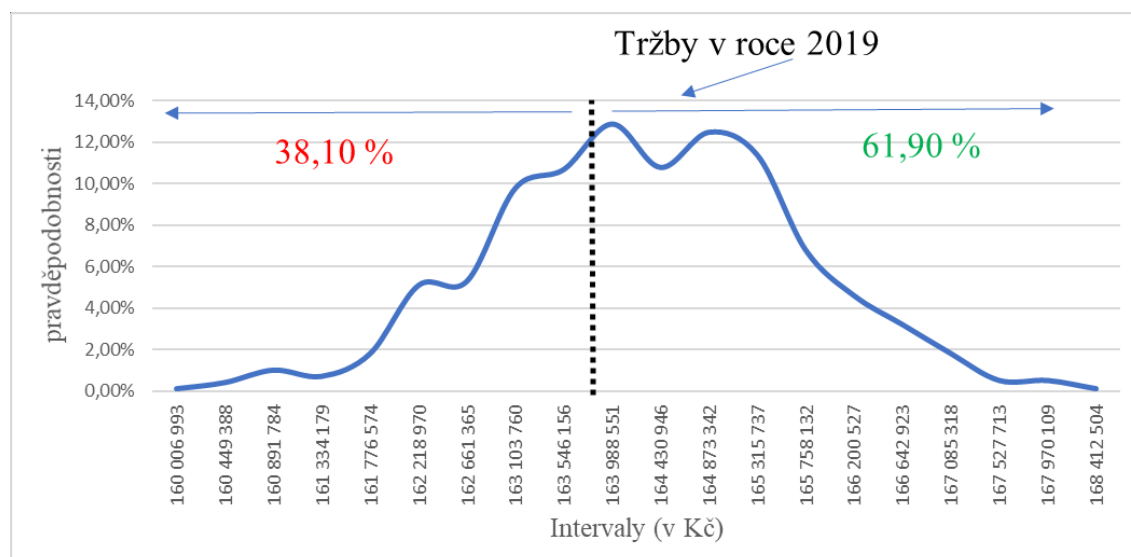
Zdroj: vlastní zpracování

Tabulka 4.30 obsahuje základní údaje o predikovaných tržbách za prodej vlastních výrobků a služeb, a to jak za jednotlivá čtvrtletí, tak také za celý rok. Obsahuje vypočtené extrémy, které vyjadřují nejnižší a nejvyšší predikované hodnoty, dále směrodatnou odchylku, která nám dává informaci o tom, jak silně je soubor rozptýlen kolem své střední hodnoty, která je také součástí základní charakteristiky. Medián představuje číslo, pro které platí, že nejméně 50 % hodnot je menších nebo rovných této vypočtené hodnotě a také nejméně 50 % hodnot je větších nebo rovných tomuto číslu. Poslední dvě hodnoty v tabulce jsou vypočtené percentily 2,5 % a 97,5 %. Oba dva percentily ohraničují interval, v němž leží 95 % predikovaných hodnot.

V případě tržeb za prodej vlastních výrobků a služeb je možné pozorovat poměrně nízkou volatilitu, díky nízké volatilitě rizikového faktoru. Očekávaná neboli střední hodnota výše ročních tržeb je 164 088 230 Kč a za jednotlivá čtvrtletí je to poté kolem 41 mil. Kč. Dále můžeme konstatovat, že s 95 % pravděpodobností budou tržby pro rok 2020 ležet někde v rozmezí od 161 468 325 do 166 261 539 Kč.

Výše ročních tržeb v roce 2019 byla dle zveřejněné účetní závěrky 163 664 000 Kč, tedy v příštím roce se očekává, že tržby budou v podobné výši. Pro lepší srovnání je vypočtena pravděpodobnost, s jakou budou tržby v roce 2020 nižší/vyšší než v roce 2019. Výsledky jsou zobrazeny v následujícím grafu 4.17.

Graf 4.17 Pravděpodobnost, s jakou budou tržby v roce 2020 nižší/vyšší než v roce 2019



Zdroj: vlastní zpracování

Prerušovaná čára v grafu 4.17 zobrazuje výši tržeb za prodej vlastních výrobků a služeb v roce 2019. Tržby budou v roce 2020 s pravděpodobností 38,10 % nižší než

v roce 2019. Naopak s pravděpodobností 61,90 % budou tržby v roce 2020 vyšší, tedy z výsledků simulací plyne, že je očekáván spíše nárůst této položky.

Následující tabulka 4.31 zobrazuje základní charakteristiky pravděpodobnostního rozdělení provozních výnosů.

Tab. 4.31 Základní charakteristika pravděpodobnostního rozdělení provozních výnosů

název	I.Q	II.Q	III.Q	IV.Q	2020
nejhorší hodnota (MIN)	150 846 326	150 378 933	150 051 959	149 800 628	601 643 549
nejlepší hodnota (MAX)	151 973 894	152 606 134	152 818 939	153 123 077	610 049 060
směrodatná odchylka	181 271	340 384	440 466	541 737	1 358 161
střední hodnota	151 426 329	151 427 408	151 435 782	151 435 266	605 724 786
medián	151 434 592	151 453 241	151 435 958	151 432 257	605 693 807
Percentil 2,5%	151 060 602	150 736 420	150 577 300	150 355 955	603 105 349
Percentil 97,5%	151 709 030	152 003 482	152 170 764	152 268 924	607 898 094

Zdroj: vlastní zpracování

Tabulka 4.31 obsahuje obdobnou základní charakteristiku jako v předchozím případě. Volatilita provozních výnosů, která je reprezentována výši směrodatné odchylky, je stále stejná, jako v případě tržeb za prodej vlastních výrobků a služeb, protože ostatní položky tvořící provozní výnosy jsou dány jednou hodnotou, která byla odhadnuta na základě finančního plánu uvedeného v kapitole třetí, tedy jedinou náhodnou proměnnou, která je ovlivněna volatilitou rizikového faktoru jsou již zmíněné tržby za prodej vlastních výrobků. Provozní výnosy se budou s 95 % pravděpodobností pohybovat v rozmezí od 60 105 349 Kč do 607 898 094 Kč, přičemž očekávaná výše provozních výnosy za rok 2020 je 605 724 786 Kč. V roce 2019 byly provozní výnosy ve výši 601 616 Kč, tedy v příštím roce se očekává, že budou provozní výnosy vyšší než v roce předchozím.

Následující tabulka 4.32 obsahuje základní charakteristiku variabilních nákladů.

Tab. 4.32 Základní charakteristika predikovaných variabilních nákladů

název	I.Q	II.Q	III.Q	IV.Q	2020
nejhorší hodnota (MIN)	15 883 336	14 703 479	14 643 417	14 272 476	62 125 614
nejlepší hodnota (MAX)	21 339 724	25 548 854	26 827 405	26 708 665	94 712 796
směrodatná odchylka	889 445	1 501 232	1 769 266	1 994 409	5 158 692
střední hodnota	18 427 615	18 728 671	18 974 495	19 114 074	75 244 855
medián	18 444 511	18 728 778	18 842 319	18 969 480	74 951 932
Percentil 2,5%	16 752 029	15 993 646	15 867 270	15 599 639	66 028 715
Percentil 97,5%	19 860 590	21 348 777	22 277 498	22 361 443	84 022 187

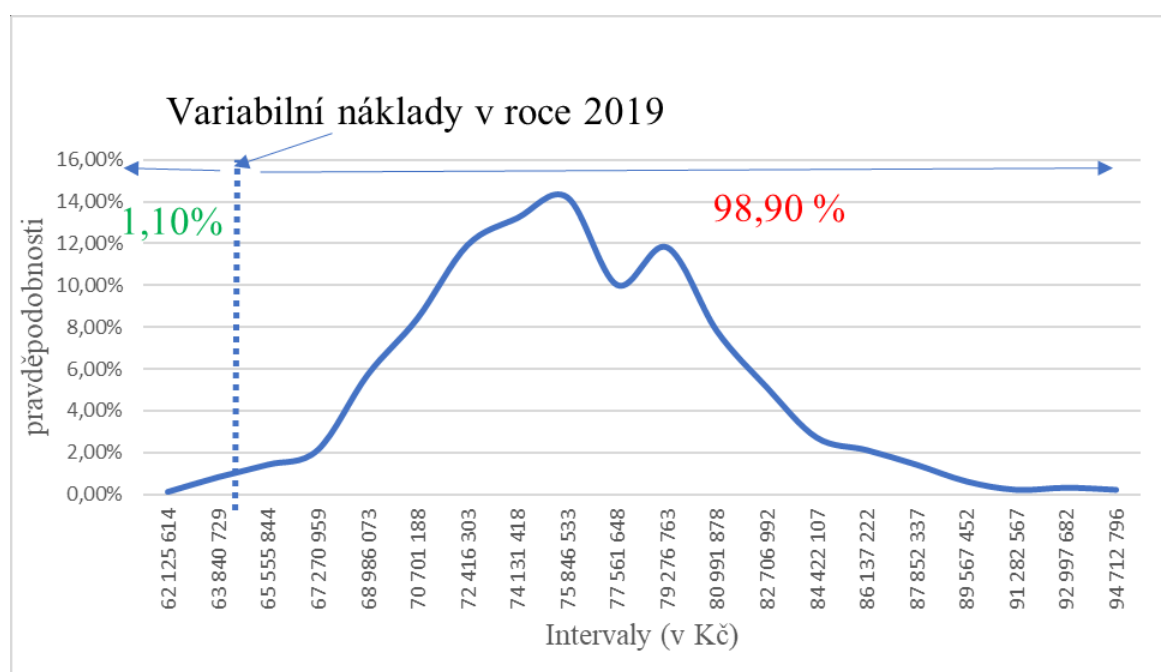
Zdroj: vlastní zpracování

Dle údajů zobrazených v tabulce je možné potvrdit, že v rámci predikce variabilních nákladů se očekává větší variabilita, z důvodů vyšší variability rizikových faktorů, zejména ceny oceli. Minimální roční výše nákladů je 62 125 614 Kč, naopak maximální je 94 712 796 Kč. Tedy rozdíl mezi jednotlivými extrémy je více jak

30 mil. Kč. Očekávaná hodnota ročních variabilních nákladů je 75 244 855 Kč a s 95 % pravděpodobností budou variabilní náklady ležet v intervalu od 66 028 715 do 84 022 187 Kč.

Variabilní náklady v roce 2019 byly 64 142 000 Kč, tedy v roce 2020 se očekává, že budou variabilní náklady vyšší. Pro lepší srovnání následuje stejně jako v případě tržeb za prodej vlastních výrobků a služeb graf 4.18, kde je vyznačena hodnota variabilních nákladů v roce 2019 a pravděpodobnost, že budou variabilní náklady v roce 2020 vyšší/nížší než v roce 2019.

Graf 4.18 Pravděpodobnost, s jakou budou variabilní náklady v roce 2020 vyšší/nížší než v roce 2020



Zdroj: vlastní zpracování

Prerušovaná čára v grafu 4.18 opět označuje stav v roce 2019. S pravděpodobností 1,10 % budou variabilní náklady v roce 2020 nižší než v roce 2019 a naopak tedy s pravděpodobností 98,90 % budou tyto vyšší než v předchozím roce.

Následující tabulka 4.33 obsahuje základní charakteristiky pravděpodobnostních rozdělení provozních nákladů.

Tab. 4.33 Základní charakteristika pravděpodobnostních rozdělení provozních nákladů

název	I.Q	II.Q	III.Q	IV.Q	2020
nejhorší hodnota (MIN)	312 911 142	311 731 285	311 671 223	311 300 282	1 250 236 840
nejlepší hodnota (MAX)	318 367 531	322 576 660	323 855 211	323 736 471	1 282 824 022
směrodatná odchylka	889 445	1 501 232	1 769 266	1 994 409	5 158 692
střední hodnota	315 455 422	315 756 478	316 002 301	316 141 880	1 263 356 081
medián	315 472 318	315 756 584	315 870 125	315 997 286	1 263 063 158
Percentil 2,5%	313 779 836	313 021 453	312 895 077	312 627 445	1 254 139 941
Percentil 97,5%	316 888 397	318 376 584	319 305 304	319 389 249	1 272 133 413

Zdroj: vlastní zpracování

Volatilita provozních nákladů je totožná jako v případě variabilních nákladů, a to ze stejného důvodu, jak tomu bylo v případě provozních výnosů a tržeb za prodej vlastních výrobků a služeb. Očekávána výše provozních nákladů je 1 263 356 081 Kč a s pravděpodobností 95 % budou provozní náklady ležet v intervalu od 1 254 139 941 do 1 272 133 413 Kč.

Následující tabulka 4.34 obsahuje základní charakteristiku pravděpodobnostního rozdělení provozního výsledku hospodaření.

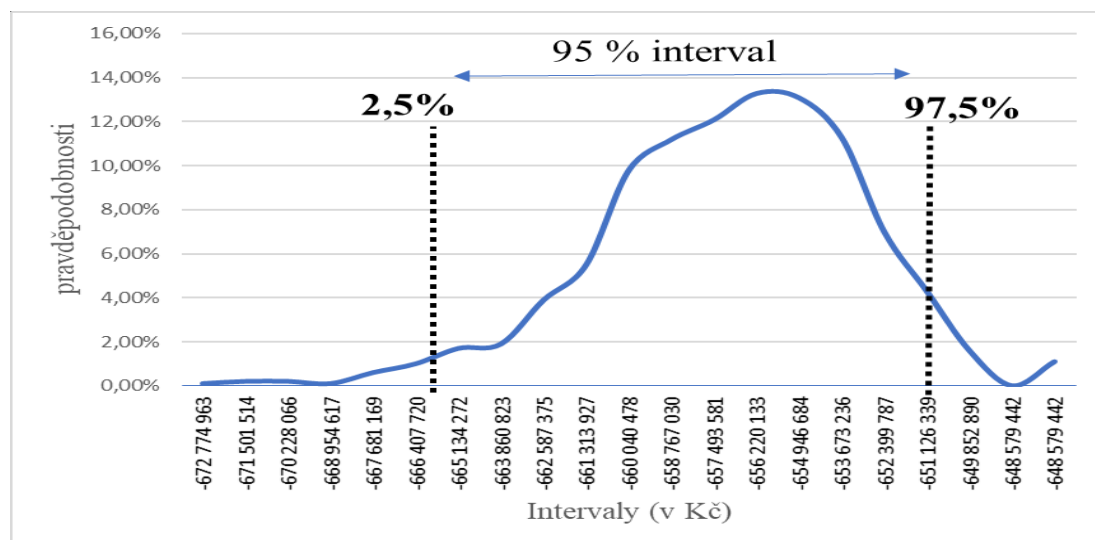
Tab. 4.34 Základní charakteristika pravděpodobnostního rozdělení provozního výsledku hospodaření

název	I.Q	II.Q	III.Q	IV.Q	2020
nejhorší hodnota (MIN)	-166 393 636	-169 970 526	-171 036 272	-170 926 376	-672 774 963
nejlepší hodnota (MAX)	-162 064 816	-161 352 352	-161 619 264	-161 499 654	-648 579 442
směrodatná odchylka	708 650	1 166 101	1 346 258	1 486 648	3 822 780
střední hodnota	-164 029 092	-164 329 070	-164 566 519	-164 706 614	-657 631 295
medián	-164 034 203	-164 295 298	-164 411 554	-164 575 004	-657 319 867
Percentil 2,5%	-165 474 669	-166 810 413	-167 653 081	-168 154 434	-666 072 506
Percentil 97,5%	-162 855 601	-162 520 685	-162 613 005	-162 546 409	-652 101 974

Zdroj: vlastní zpracování

Dle údajů obsažených v tabulce 4.34 je zřejmé, že pro rok 2020 je predikován záporný výsledek hospodaření. Volatilita provozního výsledku hospodaření je poměrně vysoká, rozdíl mezi vypočtenými extrémy je více než 24 mil. Kč. Střední hodnota výše ročního provozního výsledku hospodaření je mínus 657 631 295 Kč. S pravděpodobností 95 % bude výše provozního výsledku hospodaření ležet v intervalu od mínus 666 072 506 do mínus 652 101 974 Kč. Následující graf 4.19 zobrazuje 95 % interval pravděpodobnosti u ročního provozního výsledku hospodaření.

Graf 4.19 Rozdělení pravděpodobnosti ročního provozního výsledku hospodaření včetně 95 % intervalu pravděpodobnosti

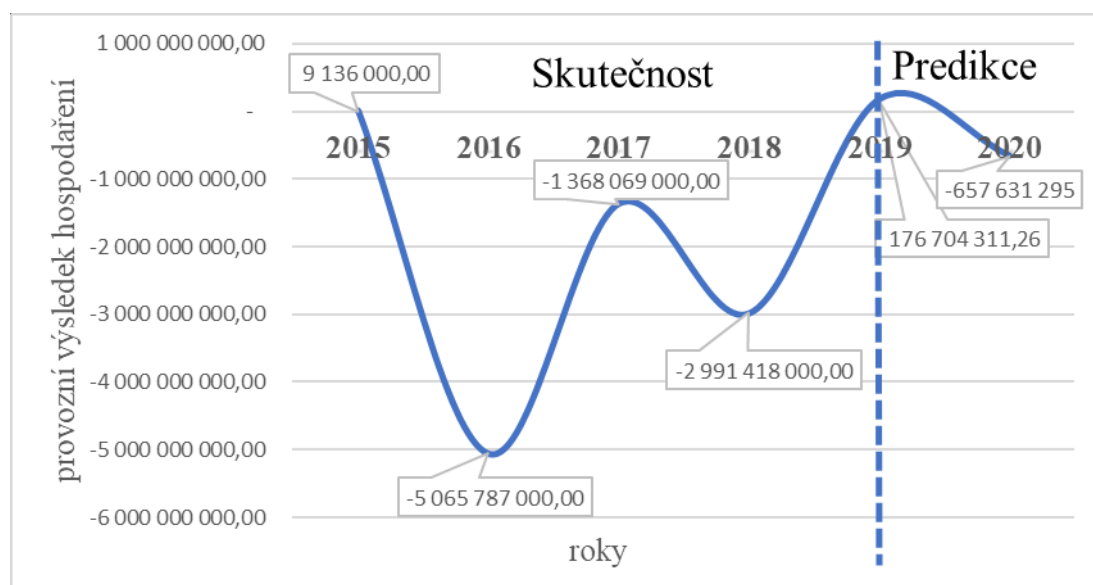


Zdroj: vlastní zpracování

V grafu 4.19 lze vidět, že provozní výsledek hospodaření se bude s 95 % pravděpodobností nacházet v intervalu od mínus 666 072 506 do mínus 652 101 974 Kč.

Následující graf 4.20 zobrazuje vývoj skutečného provozního výsledku hospodaření do roku 2019 a predikovaný provozní výsledek hospodaření (střední hodnotu) pro rok 2020.

Graf 4.20 Vývoj provozního výsledku hospodaření



Zdroj: vlastní zpracování

Dle zobrazeného grafu 4.20 je zřejmé, že provozní výsledek hospodaření je během sledovaného období vysoce volatilní. Zatímco v roce 2015 byl provozní výsledek hospodaření více jak 9 milionů Kč, o rok později došlo k propadu až na mínus 5 miliard Kč. Ačkoliv v roce 2019 společnost dokázala vytvořit kladný provozní výsledek hospodaření, pro rok 2020 se opět očekává pokles, a to na více než mínus 657 milionů Kč.

5 Závěr

Společnost Vítkovice, a.s. je společností s dlouholetou tradicí, jež si během své existence získala podíl i na světovém trhu. V současnosti tvoří produkce určená k exportu do zemí Evropské unie přibližně 60 % celkových tržeb za prodej vlastních výrobků. Vítkovice, a.s. také nakupují velké množství výrobních surovin v zahraničí. Ocel, která je základní výrobní surovinou daného podniku je dovážena z Ameriky a náklady spojené s nákupem této komodity tvoří 60 % variabilních nákladů. Z tohoto je zřejmé, že je firma vystavena velkému množství finančních rizik, a to zejména riziku tržnímu.

Cílem diplomové práce byla kvantifikace vlivu tržního rizika na výši provozního výsledku hospodaření pro rok 2020, pomocí metodologie CorporateMetrics.

Celá práce je složena z pěti hlavních kapitol. První kapitola obsahuje úvod a představení celé práce a pátou kapitolou je závěr, jež skýtá stručné shrnutí. Kapitola druhá je metodická. Jsou zde obsažena teoretická východiska nutná k pochopení problematiky, která jsou následně aplikována v kapitole čtvrté. Obsahem kapitoly třetí jsou základní informace o vybraném podniku. Popis fungování společnosti v historii, a také zobrazení její finanční situace v posledních letech.

Kapitola čtvrtá je čistě aplikační a vzhledem k cíli diplomové práce rovněž stěžejní a nejobsáhlejší. Nejprve jsou zde krátce popsány rizikové faktory, které na danou společnost působí. Další část obsahuje odhad modelů budoucího vývoje daných rizikových faktorů, a to konkrétně v případě devizového kurzu CZK/EUR se jedná o Geometrický Brownův model a v případě devizového kurzu CZK/USD a dolarové ceny oceli Geometrický Vašíčkův model. Zvolené modely byly dle statistického testování významné, a tedy byly následně použity k predikci budoucího vývoje daných faktorů v jednotlivých týdnech roku 2020. Výsledkem tohoto postupu bylo vytvořeno 1 000 scénářů budoucího možného vývoje pro jednotlivé týdny roku 2020, jež byly aplikovány na příslušné veličiny, tedy na tržby za prodej vlastních výrobků a na náklady na spotřebu materiálu. K daným stochastickým veličinám byly poté přičteny odhady deterministických veličin pro rok 2020, na základě vytvořeného finančního plánu a výsledkem bylo získání rozdělení pravděpodobnosti provozního výsledku hospodaření pro rok 2020, což bylo cílem celé aplikační kapitoly. Na základě dosažených výsledků se očekává, že společnost bude v roce 2020 realizovat provozní ztrátu, která bude s 95 % pravděpodobností ležet v intervalu od mínus 666 mil. Kč do mínus 650 mil. Kč.

Seznam použité literatury

Odborná kniha

ALEXANDER, Jack. *Financial Planning & Analysis and Performance Management*. 1st ed. New York: Wiley, 2018. 640 s. ISBN 978-1119491484

BENNINGA, Simon a Benjamin CZACZKES. *Financial Modeling*. 3rd ed. Cambridge: MIT Press, 1998. 415 s. ISBN 0-262-02437-3.

BLUHM, Christian, Ludger OVERBECK a Christoph WAGNER. *Introduction to credit risk modeling*. 2nd ed. Boca Raton: CRC Press, c2010. Chapman & Hall/CRC financial mathematics series. ISBN 978-1-58488-992-2.

CRÉPEY, Stéphane. *Financial modeling: a backward stochastic differential equations perspective*. Heidelberg: Springer, 2013. Springer finance. Textbooks. ISBN 978-3-642-37112-7.

CIPRA, Tomáš. *Finanční ekonometrie*. 2. upr. vyd. Praha: Ekopress, 2013. 538 s. ISBN 978-80-86929-93-4.

FREES, Edward W. *Regression modeling with actuarial and financial applications*. New York: Cambridge University Press, 2010. International series on actuarial science. ISBN 978-0-521-13596-2.

HINDLS, R., S. HRONOVÁ a J. SEGER. *Statistika pro ekonomy*. Praha: Professional Publishing, 2002. 415 s. ISBN 80-86419-26-6.

HRADECKÝ, P., A. MADRYOVÁ a M. TURČAN. *Pravděpodobnost*. Ostrava: VŠB-TU Ostrava, 1998. 168 s. ISBN 80-7078-442-3.

KING, Alan J. a Stein W. WALLACE. *Modeling with stochastic programming*. New York: Springer, c2012. Springer series in operations research and financial engineering. ISBN 978-0-387-87816-4.

PIGNATARO, Paul. *Financial Modeling and Valuation*. 1st ed. New York: Wiley, 2013. 432 s. ISBN 987-1118558768

REES, Michaela. *Principles of Financial Modeling*. 1st ed. New York: Wiley, 2018. 545 s. ISBN 978-1118904015

ŠALOUNOVÁ, Dana. *Úvod do pravděpodobnosti a statistiky*. Ostrava: VŠB-TU Ostrava, 2013. 173 s. ISBN 978-80-248-3067-4.

WITZANY, Jiří. *Credit risk management and modeling*. Ed. 1st. Praha: Oeconomica, 2010. Odborná kniha s vědeckou redakcí. ISBN 978-80-245-1682-0.

ZMEŠKAL, Z., D. DLUHOŠOVÁ a T. TICHÝ. *Finanční modely: koncepty, metody, aplikace*. 3. přepracované a rozšířené vyd. Praha: Ekopress, 2013. 267 s. ISBN 978-80-86929-91-0.

Elektronické dokumenty a ostatní

INVESTING.COM. *Steel Rebar Futures* [online]. [2019-10-20]. Dostupné z: <https://www.investing.com/commodities/steel-rebar-historical-data?fbclid=IwAR0M39U7ookrdQAmIDxuqyPmZEr6koPQHlb6kb3HsSt5myTG7csRGqDF4FI>.

KURZYCZ. *Historie kurzů měn: Kurzy eura* [online]. [2019-10-20]. Dostupné z: <https://www.kurzy.cz/kurzy-men/kurzy.asp?A=H&KM=EUR&D1=1.1.2014&D2=31.12.2019&I=5&O=U>.

KURZYCZ. *Historie kurzů měn: Kurzy amerického dolaru* [online]. [2019-10-20]. Dostupné z: <https://www.kurzy.cz/kurzy-men/kurzy.asp?A=H&KM=USD&D1=1.1.2014&D2=31.12.2019&I=5>.

LEE, Alvin Y. *CorporateMetrics Technical Document* [online]. New York: RiskMetrics Group, J. P. Morgan, 1999. [2017-08-04]. 135 s. Dostupné z: <https://www.msci.com/documents/10199/8af520af-3e63-44b2-8aab-fd55a989e312>.

MINISTERSTVO SPRAVEDLNOSTI ČESKÉ REPUBLIKY. *Veřejný rejstřík a Sbírka listin* [online]. [2019-10-20]. Dostupné z: <https://or.justice.cz/ias/ui/vypis-sl-firma?subjektId=702691>.

VÍTKOVICE MACHINERY GROUP. *Historie* [online]. [2019-10-20]. Dostupné z: <http://www.vitkovice.cz/historie>.

Seznam zkratek

a	Parametr rychlosti přibližování k dlouhodobé rovnováze
a.s	Akciová společnost
b	Parametr dlouhodobé rovnováhy
CF	Cash flow
CF _{prov.}	Provozní cash flow
CFaR	Cash Flow at Risk
CIR	Cox-Ingersol-Ross
ČPK	Čistý pracovní kapitál
df	Stupně volnosti
DHM	Dlouhodobý hmotný majetek
DNM	Dlouhodobý nehmotný majetek
D_t	Absolutní cenová změna
dt	Změna času
dx	Výnos finančního aktiva X
dz	Přírůstky (úbytky) ceny aktiva
EaR	Earnings at Risk
EPSaR	Earnings Per Share at Risk
ESS	Součet čtverců modelu
FISH	Distribuční funkce F -rozdělení
F^{krit}	F -statistika kritická
F^{vyp}	F -statistika vypočtená
$F(x)$	Hustota pravděpodobnosti rozdělení
H_0	Nulová hypotéza
H_1	Alternativní hypotéza
HW	Hull-White
Kč	Česká koruna
KZ	Krátkodobé závazky
L_t	Logaritmická cenová změna
MS _{ESS}	Průměrný vysvětlený rozptyl
MS _{RSS}	Průměrný reziduální rozptyl regresního modelu
MS Excel	Microsoft Excel
MS _{RSS}	Průměrný reziduální rozptyl

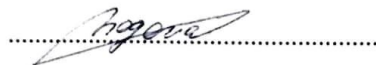
$N[\mu, \sigma^2]$	Normální rozdělení pravděpodobnosti
$N[0,1]$	Normované normální rozdělení
$LN(\mu, \sigma^2)$	Logaritmicko-normální rozdělení
NO	Nepeněžní operace
OA	Oběžná aktiva
P_t	Cena v čase t
P_{t-1}	Cena v čase $t-1$
Q	Objem prodeje
R_t	Relativní cenová změna
RSS	Reziduální součet čtverců
RVHP	Rada vzájemné hospodářské pomoci
$SE_{\hat{\beta}_i}$	Odhad směrodatné odchylky koeficientu β
Tab.	Tabulka
t^{krit}	T -statistika kritická
t^{vyp}	T -statistika vypočtená
tis.	Tisíc
U	Normální normovaná veličina
VH	Výsledek hospodaření
$VH_{fin.}$	Finanční výsledek hospodaření
$VH_{prov.}$	Provozní výsledek hospodaření
α	Hladina významnosti
$\hat{\beta}_i$	Koeficienty regresního modelu
ε^2	Náhodná chyba
$f(\tilde{z}_t)$	Hustota pravděpodobnosti v normálním rozdělení
μ	Střední hodnota
σ^2	Rozptyl
σ_i	Směrodatná odchylka i -tého aktiva
Δt	Délka intervalu
\tilde{z}	Náhodná veličina

Prohlášení o využití výsledků diplomové práce

Prohlašuji, že

- jsem byla seznámena s tím, že na mou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo;
- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby;
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně, ke své vnitřní potřebě, diplomovou práci užít (§ 35 odst. 3);
- souhlasím s tím, že diplomová práce bude v elektronické podobě archivována v Ústřední knihovně VŠB-TUO. Souhlasím s tím, že bibliografické údaje o diplomové práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO;
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- bylo sjednáno, že užít své dílo, diplomovou práci, nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).

V Ostravě dne 24. dubna 2020



Seznam příloh

Příloha 1: Rozvaha společnosti Vítkovice, a.s. – Aktiva v letech 2015–2019 (v tis. Kč)

Příloha 2: Rozvaha společnosti Vítkovice, a.s. – Pasiva v letech 2015–2019 (v tis. Kč)

Příloha 3: Výkaz zisku a ztráty společnosti Vítkovice, a.s. v letech 2015–2019
(v tis. Kč)

Příloha 4: Vývoj měnového kurzu CZK/EUR (týdenní kurzy od 2.1.2014 do 23.10.2019)

Příloha 5: Vývoj měnového kurzu CZK/USD (týdenní kurzy od 2.1.2014 do
23.10.2019)

Příloha 6: Vývoj ceny oceli v dolarech za tunu (týdenní ceny od 29.11.2015 do
20.10.2019)

Příloha 1: Rozvaha společnosti Vítkovice, a.s. – Aktiva v letech 2015–2019
(v tis. Kč)

Označ.	2015	2016	2017	2018	2019
AKTIVA CELKEM	10 454 370	6 775 872	4 562 981	3 176 783	4 225 268
B Stálá aktiva	8 341 521	5 291 678	3 617 793	2 845 997	3 889 392
B.I. Dlouhodobý nehmotný majetek	3 389	12 495	12 653	7 508	8 129
2. Ocenitelná práva	2 219	1 591	10 798	7 508	8 129
1. Software	1 430	1 002	10 306	7 113	7 632
2. Ostatní ocenitelná práva	789	589	492	395	497
5. Poskytnuté zálohy na DNM a nedokončený DNM	1 170	10 904	1 855		
2. Nedokončený dlouhodobý majetek	1 170	10 904	1 855		
B.II. Dlouhodobý hmotný majetek	2 872 222	2 675 241	2 314 077	2 046 597	3 038 448
B.II.1. Pozemky a stavby	2 607 931	2 512 721	2 188 854	1 940 794	2 878 995
1. Pozemky a stavby	1 431 510	1 404 649	1 269 500	1 203 295	1 802 427
2. Stavby	1 176 421	1 108 072	919 354	737 499	1 076 568
2. Hmotné movité věci a jejich soubory	661 532	64 358	50 355	43 737	61 464
3. Oceňovací rozdíl k nabytému majetku	4 972	4 291	3 610	2 928	3 626
4. Ostatní dlouhodobý hmotný majetek	169 631	85 122	68 629	57 276	84 588
3. Jiný dlouhodobý hmotný majetek	169 631	85 122	68 629	57 276	84 588
5. Poskytnuté zálohy na DHM a nedokončený DHM	28 156	8 749	2 629	1 862	9 776
1. Poskytnuté zálohy na DHM a nedokončený DHM	1				
2. Nedokončený dlouhodobý hmotný majetek	28 155	8 749	2 629	1 862	9 776
B.III. Dlouhodobý finanční majetek	5 465 910	2 603 942	1 291 063	791 892	842 816
B.III.1. Podíly - ovládaná nebo ovládající osoba	5 316 451	2 514 775	1 204 900	717 750	275 609
3. Podíly - podstatný vliv	117 048	71 059	68 567	56 376	486 063
5. Ostatní dlouhodobé cenné papíry a podíly	17 611	18 108	17 596	17 766	81 144
6. Zápůjčky a úvěry - ostatní	14 800				
C. Oběžná aktiva	2 091 209	1 462 208	935 158	326 376	334 958
C.I. Zásoby	1 723	7 314	77 191	1 900	2 751
C.I.1. Materiál	1 699	2 340	7 391	1 900	2 751
1. Nedokončená výroba a polotovary	24		69 800		
5. Poskytnuté zálohy na zásoby		4 974			
C.II. Pohledávky	1 844 964	1 423 994	823 077	228 251	300 569
C.II.1. Dlouhodobé pohledávky	146 802	377 896	110 990	3 625	5 438
1. Pohledávky z obchodních vztahů	23 558	63			
2. Pohledávky - ovládaná nebo ovládající osoba		265 624	48 780		
4. Odložená dáňová pohledávka	83 834	74 805	29 168		
5. Pohledávky - ostatní	39 410	37 404	33 042	362	5 438
4. Jiné pohledávky	39 410	37 404	33 042	3 625	5 438
C.II.2. Krátkodobé pohledávky	1 698 162	1 046 098	712 087	224 626	295 131
1. Pohledávky z obchodních vztahů	1 221 510	931 584	588 932	84 145	56 001
2. Pohledávky - ovládaná nebo ovládající osoba	433 827	92 808	86 555	13 879	11 682
4. Pohledávky - ostatní	42 825	21 706	36 600	126 602	227 448
3. Stát - daňové pohledávky	8 264	6 580	21 505	8 434	12 638
4. Krátkodobé poskytnuté zálohy	19 001	11 511	11 970	2 843	2 712
5. Dohadné účty aktivní	48	60			52 950
6. Jiné pohledávky	15 512	3 555	3 125	115 325	159 149
C.III. Krátkodobý finanční majetek	67 501				
2. Ostatní krátkodobý finanční majetek	67 501				
C.IV. Peněžní prostředky	177 021	30 900	34 890	96 225	31 638
C.IV.1. Peněžní prostředky v pokladně	110	40	35	191	149
2. Peněžní prostředky na účtech časové rozlišení aktiv	176 911	30 860	34 855	96 034	31 490
D. Časové rozlišení aktiv	21 640	21 986	10 030	4 410	918
D.1. Náklady příštích období	21 402	17 501	10 030	3 920	182
3. Příjmy příštích období	238	4 485		490	737

Příloha 2: Rozvaha společnosti Vítkovice, a.s. – Pasiva v letech 2015–2019
(v tis. Kč)

Označ.	2015	2016	2017	2018	2019
PASIVA CELKEM	10 454 370	6 775 872	4 562 981	3 176 783	4 225 268
A. Vlastní kapitál	10 228 486	6 331 192	3 826 360	669 719	1 348 791
A.I. Základní kapitál	3 983 761	3 983 761	3 983 761	132 792	199 188
A.I.1. Základní kapitál	3 983 761	3 983 761	3 983 761	132 792	199 188
A.II. Ážio a kapitálové fondy	- 345 613	-3 016 553	- 968 108	- 886 372	-1 137 423
2. Kapitálové fondy	- 345 613	-3 016 553	- 968 108	- 886 372	-1 137 423
1. Ostatní kapitálové fondy	1 141	1 141	1 141	1 141	1 712
2. Oceňovací rozdíly z přecenění majetku a závazků	- 346 754	-3 017 694	- 969 249	- 887 513	-1 139 135
A.III. Fondy ze zisku	11 584	11 584	11 584	11 584	17 376
2. Statutární a ostatní fondy	11 584	11 584	11 584	11 584	17 376
A.IV. Výsledek hospodaření minulých let	6 578 754	6 578 754	5 352 400	4 650 092	2 117 573
A.IV.1. Nerozdělený zisk nebo neuhrazená ztráty minulých let	6 580 786	6 579 369	5 352 400	4 650 092	2 117 573
3. Jiný výsledek hospodaření minulých let	- 2 032	- 615			
A.V. Výsledek hospodaření běžného účetního období		-1 226 354	-4 553 277	-3 238 377	152 078
B.+C. Cizí zdroje	220 378	444 667	715 492	2 507 055	2 876 477
B. Rezervy	19 375	37 009	106 049	2 094 101	2 416 146
4. Ostatní rezervy	19 375	37 009	106 049	2 094 101	2 416 146
C. Závazky	201 003	407 658	609 443	412 954	460 331
C.I. Dlouhodobé závazky	5 268	145 075	64 097	888	1 389
2. Závazky k úvěrovým institucím	4 146	117 003	63 827	618	984
3. Dlouhodobé přijaté zálohy		27 020			
4. Závazky z obchodních vztahů	1 122	1 052	270	270	405
C.II. Krátkodobé závazky	195 735	262 583	545 346	412 066	458 942
2. Závazky k úvěrovým institucím	1 111	23 143	53 176	127 113	210 638
3. Krátkodobé přijaté zálohy	48	7 015	61 668	2 056	3 315
4. Závazky z obchodních vztahů	140 080	173 491	376 587	160 377	131 519
7. Závazky - ovládaná nebo ovládající osoba			7 281		
8. Závazky - ostatní	54 496	58 934	46 634	122 520	113 471
3. Závazky k zaměstnancům	7 379	5 874	4 810	2 178	2 832
4. Závazky ze sociálního zabezpečení a zdravotního pojištění	3 633	3 230	2 400	1 198	1 694
5. Stát - daňové závazky a dotace	2 737	8 636	5 337	8 597	3 747
6. Dohadné účty pasivní	25 249	40 302	30 433	10 742	6 921
7. Jiné závazky	15 498	919	3 654	99 805	98 277
D. Časové rozlišení pasiv	5 506	13	21 129	9	
2. Výnosy příštích období	5 506	13	21 129	9	

Příloha 3: Výkaz zisku a ztráty společnosti Vítkovice, a.s. v letech 2015–2019
(v tis. Kč)

Označ.	VZZ (v tis. Kč)	2015	2016	2017	2018	2019
I	Tržby za prodej výrobků a služeb	10 866 012	8 188 167	959 163	335 293	163 664
II	Tržby za prodej zboží	246 914	238 741	16 556	973	9
1	Náklady vynaložené na prodané zboží	193 664	188 037	16 123	904	9
2	Spotřeba materiálu a energie	4 248 549	2 689 777	69	174 782	64 142
3	Služby	3 719 896	3 066 798	219 944	111 086	76 448
B	Změna stavu zásob vlastní činnosti	450 142	1 347 364	203 811	69 800	61 058
C	Aktivace	- 619 997	- 340 387	- 7	- 3	- 2
D	Osobní náklady	2 548 087	2 373 865	93 712	65 008	53 475
E	Úpravy hodnot v provozní oblasti	329 216	3 329 627	907 504	- 60 149	- 370 154
III	Ostatní provozní výnosy	307 980	565 013	847 441	445 629	437 943
F	Ostatní provozní náklady	542 213	1 402 627	1 069 271	3 411 885	539 936
*	Provozní výsledek hospodaření	9 136	-5 065 787	-1 368 069	-2 991 418	176 704
IV	Výnosy z dlouhodobého finančního majetku - podíly	2 971	9 927	252 229	480 084	524 795
G	Náklady vynaložené na prodané podíly	1 761	15 495	386 853	1 753 462	3 931 172
V	Výnosy z ostatního dlouhodobého finančního majetku	757	181			-
VI	Výnosové úroky a podobné výnosy	8 464	5 491	10 324	6 250	4 280
I	Úpravy hodnot a rezervy ve finanční oblasti	32 000	2 389	2 473 833	-1 055 790	-3 336 140
J	Nákladové úroky a podobné náklady	81 016	75 887	7 154	9 068	21 101
VII	Ostatní finanční výnosy	272 802	142 280	29 791	17 088	6 197
K	Ostatní finanční náklady	347 134	215 608	564 422	14 473	4 821
*	Konsolidovaný finanční výsledek hospodaření	- 176 917	- 151 500	-3 139 918	- 217 791	- 85 683
**	Konsolidovaný výsledek hospodaření před zdaněním	- 167 781	-5 217 287	-4 507 987	-3 209 209	91 021
L	Daň z příjmů	- 79 300	294 156	45 290	29 168	72 329
**	Konsolidovaný výsledek hospodaření po zdanění	- 88 481	-5 511 443	-4 553 277	-3 238 377	18 693
T	Převod podílů na výsledku hospodaření společníkům	- 16	- 17			
***	Konsolidovaný výsledek hospodaření za účetní období bez podílu ekvivalence	- 88 465	-5 511 426	-4 553 277	-3 238 377	18 693
	Výsledek hospodaření běž. Účet. Období bez menš. Podílů	- 95 871	-5 485 774			
	Menšinový výsledek hospodaření za běž. Účet. Období	7 406	- 25 652			
	Podíl na výsledku hospodaření v ekvivalenci	- 8 037	- 15 989			
****	Konsolidovaný výsledek hospodaření za účetní období	- 103 908	-5 501 763	-4 553 277	-3 238 377	18 693
*	Čistý obrát za účetní období	11 705 900	9 149 800	2 115 504	1 285 317	1 136 886

Příloha 4: Vývoj měnového kurzu CZK/EUR (týdenní kurzy od 2.1.2014 do 23.10.2019

Datum	kurzy eura	Spojité výnos	Logaritmus	Datum	kurzy eura	Spojité výnos	Logaritmus
02.01.2014	27,48	X	3,3135	15.06.2015	27,28	-0,0055	3,3062
09.01.2014	27,435	-0,0016	3,3118	22.06.2015	27,205	-0,0028	3,3034
16.01.2014	27,495	0,0022	3,3140	29.06.2015	27,245	0,0015	3,3049
23.01.2014	27,49	-0,0002	3,3138	07.07.2015	27,1	-0,0053	3,2995
30.01.2014	27,59	0,0036	3,3175	14.07.2015	27,08	-0,0007	3,2988
06.02.2014	27,525	-0,0024	3,3151	21.07.2015	27,07	-0,0004	3,2984
13.02.2014	27,53	0,0002	3,3153	28.07.2015	27,025	-0,0017	3,2968
20.02.2014	27,385	-0,0053	3,3100	04.08.2015	27,055	0,0011	3,2979
27.02.2014	27,34	-0,0016	3,3084	11.08.2015	27,03	-0,0009	3,2969
06.03.2014	27,36	0,0007	3,3091	18.08.2015	27,02	-0,0004	3,2966
13.03.2014	27,355	-0,0002	3,3089	25.08.2015	27,11	0,0033	3,2999
20.03.2014	27,49	0,0049	3,3138	01.09.2015	27,02	-0,0033	3,2966
27.03.2014	27,41	-0,0029	3,3109	08.09.2015	27,045	0,0009	3,2975
03.04.2014	27,435	0,0009	3,3118	15.09.2015	27,085	0,0015	3,2990
10.04.2014	27,425	-0,0004	3,3115	22.09.2015	27,06	-0,0009	3,2981
17.04.2014	27,5	0,0027	3,3142	30.09.2015	27,18	0,0044	3,3025
25.04.2014	27,46	-0,0015	3,3127	07.10.2015	27,095	-0,0031	3,2993
05.05.2014	27,435	-0,0009	3,3118	14.10.2015	27,11	0,0006	3,2999
13.05.2014	27,405	-0,0011	3,3107	21.10.2015	27,08	-0,0011	3,2988
20.05.2014	27,48	0,0027	3,3135	29.10.2015	27,11	0,0011	3,2999
27.05.2014	27,43	-0,0018	3,3116	05.11.2015	27,045	-0,0024	3,2975
03.06.2014	27,47	0,0015	3,3131	12.11.2015	27,035	-0,0004	3,2971
10.06.2014	27,45	-0,0007	3,3124	20.11.2015	27,03	-0,0002	3,2969
17.06.2014	27,445	-0,0002	3,3122	27.11.2015	27,025	-0,0002	3,2968
24.06.2014	27,445	0,0000	3,3122	04.12.2015	27,035	0,0004	3,2971
01.07.2014	27,43	-0,0005	3,3116	11.12.2015	27,025	-0,0004	3,2968
08.07.2014	27,435	0,0002	3,3118	18.12.2015	27,03	0,0002	3,2969
15.07.2014	27,43	-0,0002	3,3116	29.12.2015	27,03	0,0000	3,2969
22.07.2014	27,48	0,0018	3,3135	06.01.2016	27,025	-0,0002	3,2968
29.07.2014	27,49	0,0004	3,3138	13.01.2016	27,02	-0,0002	3,2966
05.08.2014	27,67	0,0065	3,3203	20.01.2016	27,04	0,0007	3,2973
12.08.2014	27,845	0,0063	3,3267	27.01.2016	27,025	-0,0006	3,2968
19.08.2014	28	0,0056	3,3322	03.02.2016	27,02	-0,0002	3,2966
26.08.2014	27,83	-0,0061	3,3261	10.02.2016	27,03	0,0004	3,2969
02.09.2014	27,77	-0,0022	3,3240	17.02.2016	27,03	0,0000	3,2969
09.09.2014	27,675	-0,0034	3,3205	24.02.2016	27,045	0,0006	3,2975
16.09.2014	27,555	-0,0043	3,3162	02.03.2016	27,045	0,0000	3,2975
23.09.2014	27,515	-0,0015	3,3147	09.03.2016	27,045	0,0000	3,2975
30.09.2014	27,5	-0,0005	3,3142	16.03.2016	27,05	0,0002	3,2977
07.10.2014	27,47	-0,0011	3,3131	23.03.2016	27,035	-0,0006	3,2971
14.10.2014	27,545	0,0027	3,3158	01.04.2016	27,03	-0,0002	3,2969
21.10.2014	27,61	0,0024	3,3182	08.04.2016	27,02	-0,0004	3,2966
29.10.2014	27,78	0,0061	3,3243	15.04.2016	27,025	0,0002	3,2968
05.11.2014	27,82	0,0014	3,3258	22.04.2016	27,045	0,0007	3,2975
12.11.2014	27,6	-0,0079	3,3178	29.04.2016	27,04	-0,0002	3,2973
20.11.2014	27,655	0,0020	3,3198	06.05.2016	27,02	-0,0007	3,2966
27.11.2014	27,61	-0,0016	3,3182	13.05.2016	27,02	0,0000	3,2966
04.12.2014	27,62	0,0004	3,3185	20.05.2016	27,025	0,0002	3,2968
11.12.2014	27,63	0,0004	3,3189	27.05.2016	27,03	0,0002	3,2969
18.12.2014	27,61	-0,0007	3,3182	03.06.2016	27,025	-0,0002	3,2968
30.12.2014	27,73	0,0043	3,3225	10.06.2016	27,025	0,0000	3,2968
07.01.2015	27,785	0,0020	3,3245	17.06.2016	27,07	0,0017	3,2984
14.01.2015	28,23	0,0159	3,3404	24.06.2016	27,1	0,0011	3,2995
21.01.2015	27,945	-0,0101	3,3302	01.07.2016	27,095	-0,0002	3,2993
28.01.2015	27,84	-0,0038	3,3265	12.07.2016	27,035	-0,0022	3,2971
04.02.2015	27,77	-0,0025	3,3240	19.07.2016	27,025	-0,0004	3,2968
11.02.2015	27,68	-0,0032	3,3207	26.07.2016	27,025	0,0000	3,2968
18.02.2015	27,58	-0,0036	3,3171	02.08.2016	27,03	0,0002	3,2969
25.02.2015	27,42	-0,0058	3,3113	09.08.2016	27,025	-0,0002	3,2968
04.03.2015	27,465	0,0016	3,3129	16.08.2016	27,02	-0,0002	3,2966
11.03.2015	27,29	-0,0064	3,3065	23.08.2016	27,025	0,0002	3,2968
18.03.2015	27,32	0,0011	3,3076	30.08.2016	27,025	0,0000	3,2968
25.03.2015	27,375	0,0020	3,3096	06.09.2016	27,02	-0,0002	3,2966
01.04.2015	27,545	0,0062	3,3158	13.09.2016	27,02	0,0000	3,2966
09.04.2015	27,375	-0,0062	3,3096	20.09.2016	27,02	0,0000	3,2966
16.04.2015	27,485	0,0040	3,3136	27.09.2016	27,025	0,0002	3,2968
23.04.2015	27,4	-0,0031	3,3105	05.10.2016	27,02	-0,0002	3,2966
30.04.2015	27,43	0,0011	3,3116	12.10.2016	27,025	0,0002	3,2968
11.05.2015	27,395	-0,0013	3,3104	19.10.2016	27,02	-0,0002	3,2966
18.05.2015	27,4	0,0002	3,3105	26.10.2016	27,02	0,0000	3,2966
25.05.2015	27,37	-0,0011	3,3094	03.11.2016	27,02	0,0000	3,2966
01.06.2015	27,44	0,0026	3,3120	10.11.2016	27,02	0,0000	3,2966
08.06.2015	27,43	-0,0004	3,3116	18.11.2016	27,035	0,0006	3,2971

Datum	kurzy eura	Spojité výnos	Logaritmus	Datum	kurzy eura	Spojité výnos	Logaritmus
25.11.2016	27,04	0,0002	3,2973	14.05.2018	25,49	-0,0006	3,2383
02.12.2016	27,06	0,0007	3,2981	21.05.2018	25,68	0,0074	3,2457
09.12.2016	27,025	-0,0013	3,2968	28.05.2018	25,73	0,0019	3,2477
16.12.2016	27,02	-0,0002	3,2966	04.06.2018	25,7	-0,0012	3,2465
23.12.2016	27,02	0,0000	3,2966	11.06.2018	25,68	-0,0008	3,2457
02.01.2017	27,02	0,0000	3,2966	18.06.2018	25,74	0,0023	3,2480
09.01.2017	27,02	0,0000	3,2966	25.06.2018	25,935	0,0075	3,2556
16.01.2017	27,02	0,0000	3,2966	02.07.2018	26	0,0025	3,2581
23.01.2017	27,025	0,0002	3,2968	11.07.2018	25,93	-0,0027	3,2554
30.01.2017	27,02	-0,0002	3,2966	18.07.2018	25,855	-0,0029	3,2525
06.02.2017	27,02	0,0000	3,2966	25.07.2018	25,675	-0,0070	3,2455
13.02.2017	27,02	0,0000	3,2966	01.08.2018	25,59	-0,0033	3,2422
20.02.2017	27,02	0,0000	3,2966	08.08.2018	25,58	-0,0004	3,2418
27.02.2017	27,02	0,0000	3,2966	15.08.2018	25,71	0,0051	3,2469
06.03.2017	27,02	0,0000	3,2966	22.08.2018	25,725	0,0006	3,2475
13.03.2017	27,02	0,0000	3,2966	29.08.2018	25,745	0,0008	3,2482
20.03.2017	27,02	0,0000	3,2966	05.09.2018	25,745	0,0000	3,2482
27.03.2017	27,02	0,0000	3,2966	12.09.2018	25,59	-0,0060	3,2422
03.04.2017	27,045	0,0009	3,2975	19.09.2018	25,43	-0,0063	3,2359
10.04.2017	26,53	-0,0192	3,2783	26.09.2018	25,605	0,0069	3,2428
19.04.2017	26,795	0,0099	3,2882	04.10.2018	25,78	0,0068	3,2496
26.04.2017	26,945	0,0056	3,2938	11.10.2018	25,85	0,0027	3,2523
04.05.2017	26,77	-0,0065	3,2873	18.10.2018	25,86	0,0004	3,2527
12.05.2017	26,575	-0,0073	3,2800	25.10.2018	25,83	-0,0012	3,2515
19.05.2017	26,5	-0,0028	3,2771	01.11.2018	25,875	0,0017	3,2533
26.05.2017	26,435	-0,0025	3,2747	08.11.2018	25,885	0,0004	3,2537
02.06.2017	26,36	-0,0028	3,2718	15.11.2018	25,985	0,0039	3,2575
09.06.2017	26,22	-0,0053	3,2665	22.11.2018	25,99	0,0002	3,2577
16.06.2017	26,23	0,0004	3,2669	29.11.2018	25,965	-0,0010	3,2567
23.06.2017	26,295	0,0025	3,2694	06.12.2018	25,89	-0,0029	3,2539
30.06.2017	26,195	-0,0038	3,2656	13.12.2018	25,83	-0,0023	3,2515
11.07.2017	26,125	-0,0027	3,2629	20.12.2018	25,76	-0,0027	3,2488
18.07.2017	26,08	-0,0017	3,2612	02.01.2019	25,75	-0,0004	3,2484
25.07.2017	26,02	-0,0023	3,2589	09.01.2019	25,63	-0,0047	3,2438
01.08.2017	26,13	0,0042	3,2631	16.01.2019	25,565	-0,0025	3,2412
08.08.2017	26,15	0,0008	3,2638	23.01.2019	25,695	0,0051	3,2463
15.08.2017	26,14	-0,0004	3,2635	30.01.2019	25,8	0,0041	3,2504
22.08.2017	26,085	-0,0021	3,2614	06.02.2019	25,785	-0,0006	3,2498
29.08.2017	26,12	0,0013	3,2627	13.02.2019	25,795	0,0004	3,2502
05.09.2017	26,075	-0,0017	3,2610	20.02.2019	25,68	-0,0045	3,2457
12.09.2017	26,105	0,0011	3,2621	27.02.2019	25,655	-0,0010	3,2447
19.09.2017	26,105	0,0000	3,2621	06.03.2019	25,595	-0,0023	3,2424
26.09.2017	26,055	-0,0019	3,2602	13.03.2019	25,67	0,0029	3,2453
04.10.2017	25,885	-0,0065	3,2537	20.03.2019	25,645	-0,0010	3,2443
11.10.2017	25,88	-0,0002	3,2535	27.03.2019	25,8	0,0060	3,2504
18.10.2017	25,705	-0,0068	3,2467	03.04.2019	25,725	-0,0029	3,2475
25.10.2017	25,59	-0,0045	3,2422	10.04.2019	25,61	-0,0045	3,2430
01.11.2017	25,555	-0,0014	3,2408	17.04.2019	25,655	0,0018	3,2447
08.11.2017	25,56	0,0002	3,2410	26.04.2019	25,705	0,0019	3,2467
15.11.2017	25,67	0,0043	3,2453	06.05.2019	25,715	0,0004	3,2471
23.11.2017	25,46	-0,0082	3,2371	14.05.2019	25,75	0,0014	3,2484
30.11.2017	25,495	0,0014	3,2385	21.05.2019	25,775	0,0010	3,2494
07.12.2017	25,61	0,0045	3,2430	28.05.2019	25,845	0,0027	3,2521
14.12.2017	25,685	0,0029	3,2459	04.06.2019	25,745	-0,0039	3,2482
21.12.2017	25,715	0,0012	3,2471	11.06.2019	25,64	-0,0041	3,2442
02.01.2018	25,495	-0,0086	3,2385	18.06.2019	25,61	-0,0012	3,2430
09.01.2018	25,535	0,0016	3,2401	25.06.2019	25,555	-0,0021	3,2408
16.01.2018	25,515	-0,0008	3,2393	02.07.2019	25,46	-0,0037	3,2371
23.01.2018	25,405	-0,0043	3,2349	10.07.2019	25,565	0,0041	3,2412
30.01.2018	25,33	-0,0030	3,2320	17.07.2019	25,605	0,0016	3,2428
06.02.2018	25,23	-0,0040	3,2280	24.07.2019	25,54	-0,0025	3,2402
13.02.2018	25,385	0,0061	3,2342	31.07.2019	25,66	0,0047	3,2449
20.02.2018	25,315	-0,0028	3,2314	07.08.2019	25,72	0,0023	3,2473
27.02.2018	25,405	0,0035	3,2349	14.08.2019	25,885	0,0064	3,2537
06.03.2018	25,38	-0,0010	3,2340	21.08.2019	25,795	-0,0035	3,2502
13.03.2018	25,47	0,0035	3,2375	28.08.2019	25,845	0,0019	3,2521
20.03.2018	25,42	-0,0020	3,2355	04.09.2019	25,835	-0,0004	3,2517
27.03.2018	25,475	0,0022	3,2377	11.09.2019	25,865	0,0012	3,2529
05.04.2018	25,325	-0,0059	3,2318	18.09.2019	25,89	0,0010	3,2539
12.04.2018	25,315	-0,0004	3,2314	25.09.2019	25,86	-0,0012	3,2527
19.04.2018	25,325	0,0004	3,2318	02.10.2019	25,74	-0,0047	3,2480
26.04.2018	25,475	0,0059	3,2377	09.10.2019	25,812	0,0028	3,2508
04.05.2018	25,505	0,0012	3,2389	16.10.2019	25,76	-0,0020	3,2488
				23.10.2019	25,635	-0,0049	3,2440

Příloha 5: Vývoj měnového kurzu CZK/USD (týdenní kurzy od 2.1.2014 do 23.10.2019)

Datum	Kurzy dolaru	Spojité výnos	Logaritmus	Datum	Kurzy dolaru	Spojité výnos	Logaritmus
02.01.2014	20,12	X	3,0017	15.06.2015	24,319	-0,0099	3,1913
09.01.2014	20,154	0,0017	3,0034	22.06.2015	23,981	-0,0140	3,1773
16.01.2014	20,217	0,0031	3,0065	29.06.2015	24,473	0,0203	3,1976
23.01.2014	20,158	-0,0029	3,0036	07.07.2015	24,793	0,0130	3,2106
30.01.2014	20,324	0,0082	3,0118	14.07.2015	24,55	-0,0098	3,2007
06.02.2014	20,399	0,0037	3,0155	21.07.2015	24,908	0,0145	3,2152
13.02.2014	20,132	-0,0132	3,0023	28.07.2015	24,504	-0,0164	3,1988
20.02.2014	19,98	-0,0076	2,9947	04.08.2015	24,649	0,0059	3,2047
27.02.2014	20,019	0,0020	2,9967	11.08.2015	24,448	-0,0082	3,1965
06.03.2014	19,906	-0,0057	2,9910	18.08.2015	24,427	-0,0009	3,1957
13.03.2014	19,618	-0,0146	2,9764	25.08.2015	23,564	-0,0360	3,1597
20.03.2014	19,975	0,0180	2,9945	01.09.2015	24,04	0,0200	3,1797
27.03.2014	19,921	-0,0027	2,9918	08.09.2015	24,231	0,0079	3,1876
03.04.2014	19,922	0,0001	2,9918	15.09.2015	23,922	-0,0128	3,1748
10.04.2014	19,776	-0,0074	2,9845	22.09.2015	24,258	0,0139	3,1887
17.04.2014	19,85	0,0037	2,9882	30.09.2015	24,266	0,0003	3,1891
25.04.2014	19,853	0,0002	2,9884	07.10.2015	24,051	-0,0089	3,1802
05.05.2014	19,776	-0,0039	2,9845	14.10.2015	23,762	-0,0121	3,1681
13.05.2014	20	0,0113	2,9957	21.10.2015	23,852	0,0038	3,1719
20.05.2014	20,056	0,0028	2,9985	29.10.2015	24,803	0,0391	3,2110
27.05.2014	20,113	0,0028	3,0014	05.11.2015	24,853	0,0020	3,2130
03.06.2014	20,131	0,0009	3,0023	12.11.2015	25,205	0,0141	3,2270
10.06.2014	20,264	0,0066	3,0088	20.11.2015	25,289	0,0033	3,2304
17.06.2014	20,227	-0,0018	3,0070	27.11.2015	25,54	0,0099	3,2402
24.06.2014	20,157	-0,0035	3,0036	04.12.2015	24,802	-0,0293	3,2109
01.07.2014	20,039	-0,0059	2,9977	11.12.2015	24,676	-0,0051	3,2058
08.07.2014	20,187	0,0074	3,0050	18.12.2015	24,947	0,0109	3,2168
15.07.2014	20,149	-0,0019	3,0032	29.12.2015	24,679	-0,0108	3,2060
22.07.2014	20,383	0,0115	3,0147	06.01.2016	25,196	0,0207	3,2267
29.07.2014	20,467	0,0041	3,0188	13.01.2016	24,983	-0,0085	3,2182
05.08.2014	20,676	0,0102	3,0290	20.01.2016	24,789	-0,0078	3,2104
12.08.2014	20,864	0,0091	3,0380	27.01.2016	24,82	0,0012	3,2116
19.08.2014	20,97	0,0051	3,0431	03.02.2016	24,72	-0,0040	3,2076
26.08.2014	21,097	0,0060	3,0491	10.02.2016	24,006	-0,0293	3,1783
02.09.2014	21,173	0,0036	3,0527	17.02.2016	24,276	0,0112	3,1895
09.09.2014	21,451	0,0130	3,0658	24.02.2016	24,629	0,0144	3,2039
16.09.2014	21,279	-0,0081	3,0577	02.03.2016	24,933	0,0123	3,2162
23.09.2014	23,342	0,0925	3,1503	09.03.2016	24,64	-0,0118	3,2044
30.09.2014	21,853	-0,0659	3,0843	16.03.2016	24,45	-0,0077	3,1966
07.10.2014	21,789	-0,0029	3,0814	23.03.2016	24,201	-0,0102	3,1864
14.10.2014	21,777	-0,0006	3,0809	01.04.2016	23,64	-0,0235	3,1629
21.10.2014	21,635	-0,0065	3,0743	08.04.2016	23,771	0,0055	3,1685
29.10.2014	21,81	0,0081	3,0824	15.04.2016	23,948	0,0074	3,1759
05.11.2014	22,287	0,0216	3,1040	22.04.2016	24,014	0,0028	3,1786
12.11.2014	22,136	-0,0068	3,0972	29.04.2016	23,714	-0,0126	3,1661
20.11.2014	22,053	-0,0038	3,0934	06.05.2016	23,654	-0,0025	3,1635
27.11.2014	22,123	0,0032	3,0966	13.05.2016	23,81	0,0066	3,1701
04.12.2014	22,438	0,0141	3,1108	20.05.2016	24,083	0,0114	3,1815
11.12.2014	22,231	-0,0093	3,1015	27.05.2016	24,203	0,0050	3,1865
18.12.2014	22,474	0,0109	3,1124	03.06.2016	24,221	0,0007	3,1872
30.12.2014	22,797	0,0143	3,1266	10.06.2016	23,905	-0,0131	3,1741
07.01.2015	23,505	0,0306	3,1572	17.06.2016	24,052	0,0061	3,1802
14.01.2015	23,975	0,0198	3,1770	24.06.2016	24,491	0,0181	3,1983
21.01.2015	24,104	0,0054	3,1824	01.07.2016	24,335	-0,0064	3,1919
28.01.2015	24,543	0,0180	3,2004	12.07.2016	24,367	0,0013	3,1932
04.02.2015	24,261	-0,0116	3,1889	19.07.2016	24,488	0,0050	3,1982
11.02.2015	24,462	0,0083	3,1971	26.07.2016	24,573	0,0035	3,2016
18.02.2015	24,254	-0,0085	3,1886	02.08.2016	24,147	-0,0175	3,1842
25.02.2015	24,165	-0,0037	3,1849	09.08.2016	24,392	0,0101	3,1943
04.03.2015	24,683	0,0212	3,2061	16.08.2016	23,918	-0,0196	3,1746
11.03.2015	25,8	0,0443	3,2504	23.08.2016	23,832	-0,0036	3,1710
18.03.2015	25,797	-0,0001	3,2503	30.08.2016	24,196	0,0152	3,1862
25.03.2015	24,923	-0,0345	3,2158	06.09.2016	24,211	0,0006	3,1868
01.04.2015	25,563	0,0254	3,2411	13.09.2016	24,031	-0,0075	3,1793
09.04.2015	25,407	-0,0061	3,2350	20.09.2016	24,16	0,0054	3,1847
16.04.2015	25,662	0,0100	3,2450	27.09.2016	24,088	-0,0030	3,1817
23.04.2015	25,434	-0,0089	3,2361	05.10.2016	24,085	-0,0001	3,1816
30.04.2015	24,46	-0,0390	3,1970	12.10.2016	24,521	0,0179	3,1995
11.05.2015	24,582	0,0050	3,2020	19.10.2016	24,611	0,0037	3,2032
18.05.2015	24,059	-0,0215	3,1805	26.10.2016	24,736	0,0051	3,2083
25.05.2015	24,931	0,0356	3,2161	03.11.2016	24,426	-0,0126	3,1956
01.06.2015	25,078	0,0059	3,2220	10.11.2016	24,804	0,0154	3,2110
08.06.2015	24,56	-0,0209	3,2011	18.11.2016	25,436	0,0252	3,2362

Datum	Kurzy dolaru	Spojity výnos	Logaritmus	Datum	Kurzy dolaru	Spojity výnos	Logaritmus
25.11.2016	25,532	0,0038	3,2399	14.05.2018	21,264	-0,0022	3,0570
02.12.2016	25,426	-0,0042	3,2358	21.05.2018	21,84	0,0267	3,0837
09.12.2016	25,588	0,0064	3,2421	28.05.2018	22,095	0,0116	3,0954
16.12.2016	25,882	0,0114	3,2535	04.06.2018	21,897	-0,0090	3,0863
23.12.2016	25,865	-0,0007	3,2529	11.06.2018	21,781	-0,0053	3,0810
02.01.2017	25,819	-0,0018	3,2511	18.06.2018	22,165	0,0175	3,0985
09.01.2017	25,697	-0,0047	3,2464	25.06.2018	22,172	0,0003	3,0988
16.01.2017	25,503	-0,0076	3,2388	02.07.2018	22,343	0,0077	3,1065
23.01.2017	25,22	-0,0112	3,2276	11.07.2018	22,099	-0,0110	3,0955
30.01.2017	25,421	0,0079	3,2356	18.07.2018	22,268	0,0076	3,1032
06.02.2017	25,219	-0,0080	3,2276	25.07.2018	21,965	-0,0137	3,0895
13.02.2017	25,421	0,0080	3,2356	01.08.2018	21,889	-0,0035	3,0860
20.02.2017	25,449	0,0011	3,2367	08.08.2018	22,076	0,0085	3,0945
27.02.2017	25,522	0,0029	3,2395	15.08.2018	22,709	0,0283	3,1228
06.03.2017	25,506	-0,0006	3,2389	22.08.2018	22,149	-0,0250	3,0978
13.03.2017	25,339	-0,0066	3,2323	29.08.2018	22,08	-0,0031	3,0947
20.03.2017	25,129	-0,0083	3,2240	05.09.2018	22,238	0,0071	3,1018
27.03.2017	24,813	-0,0127	3,2114	12.09.2018	22,096	-0,0064	3,0954
03.04.2017	25,367	0,0221	3,2334	19.09.2018	21,796	-0,0137	3,0817
10.04.2017	25,082	-0,0113	3,2222	26.09.2018	21,819	0,0011	3,0828
19.04.2017	24,985	-0,0039	3,2183	04.10.2018	22,415	0,0269	3,1097
26.04.2017	24,735	-0,0101	3,2082	11.10.2018	22,335	-0,0036	3,1062
04.05.2017	24,499	-0,0096	3,1986	18.10.2018	22,476	0,0063	3,1124
12.05.2017	24,435	-0,0026	3,1960	25.10.2018	22,627	0,0067	3,1191
19.05.2017	23,71	-0,0301	3,1659	01.11.2018	22,712	0,0037	3,1229
26.05.2017	23,606	-0,0044	3,1615	08.11.2018	22,653	-0,0026	3,1203
02.06.2017	23,501	-0,0045	3,1570	15.11.2018	22,992	0,0149	3,1351
09.06.2017	23,463	-0,0016	3,1554	22.11.2018	22,79	-0,0088	3,1263
16.06.2017	23,49	0,0012	3,1566	29.11.2018	22,802	0,0005	3,1268
23.06.2017	23,53	0,0017	3,1583	06.12.2018	22,796	-0,0003	3,1266
30.06.2017	22,952	-0,0249	3,1334	13.12.2018	22,716	-0,0035	3,1231
11.07.2017	22,907	-0,0020	3,1314	20.12.2018	22,497	-0,0097	3,1134
18.07.2017	22,57	-0,0148	3,1166	02.01.2019	22,594	0,0043	3,1177
25.07.2017	22,25	-0,0143	3,1023	09.01.2019	22,376	-0,0097	3,1080
01.08.2017	22,123	-0,0057	3,0966	16.01.2019	22,446	0,0031	3,1111
08.08.2017	22,134	0,0005	3,0971	23.01.2019	22,605	0,0071	3,1182
15.08.2017	22,26	0,0057	3,1028	30.01.2019	22,576	-0,0013	3,1169
22.08.2017	22,16	-0,0045	3,0983	06.02.2019	22,629	0,0023	3,1192
29.08.2017	21,697	-0,0211	3,0772	13.02.2019	22,819	0,0084	3,1276
05.09.2017	21,928	0,0106	3,0878	20.02.2019	22,646	-0,0076	3,1200
12.09.2017	21,87	-0,0026	3,0851	27.02.2019	22,532	-0,0050	3,1149
19.09.2017	21,809	-0,0028	3,0823	06.03.2019	22,641	0,0048	3,1198
26.09.2017	22,103	0,0134	3,0957	13.03.2019	22,711	0,0031	3,1228
04.10.2017	21,97	-0,0060	3,0897	20.03.2019	22,587	-0,0055	3,1174
11.10.2017	21,878	-0,0042	3,0855	27.03.2019	22,912	0,0143	3,1317
18.10.2017	21,881	0,0001	3,0856	03.04.2019	22,876	-0,0016	3,1301
25.10.2017	21,715	-0,0076	3,0780	10.04.2019	22,711	-0,0072	3,1228
01.11.2017	22,008	0,0134	3,0914	17.04.2019	22,702	-0,0004	3,1225
08.11.2017	22,053	0,0020	3,0934	26.04.2019	23,091	0,0170	3,1394
15.11.2017	21,684	-0,0169	3,0766	06.05.2019	22,962	-0,0056	3,1338
23.11.2017	21,487	-0,0091	3,0674	14.05.2019	22,942	-0,0009	3,1330
30.11.2017	21,519	0,0015	3,0689	21.05.2019	23,096	0,0067	3,1397
07.12.2017	21,727	0,0096	3,0786	28.05.2019	23,092	-0,0002	3,1395
14.12.2017	21,682	-0,0021	3,0765	04.06.2019	22,906	-0,0081	3,1314
21.12.2017	21,684	0,0001	3,0766	11.06.2019	22,651	-0,0112	3,1202
02.01.2018	21,13	-0,0259	3,0507	18.06.2019	22,797	0,0064	3,1266
09.01.2018	21,399	0,0127	3,0633	25.06.2019	22,438	-0,0159	3,1108
16.01.2018	20,863	-0,0254	3,0380	02.07.2019	22,527	0,0040	3,1147
23.01.2018	20,741	-0,0059	3,0321	10.07.2019	22,785	0,0114	3,1261
30.01.2018	20,394	-0,0169	3,0152	17.07.2019	22,829	0,0019	3,1280
06.02.2018	20,464	0,0034	3,0187	24.07.2019	22,927	0,0043	3,1323
13.02.2018	20,583	0,0058	3,0245	31.07.2019	23,014	0,0038	3,1361
20.02.2018	20,515	-0,0033	3,0212	07.08.2019	22,96	-0,0023	3,1338
27.02.2018	20,652	0,0067	3,0278	14.08.2019	23,135	0,0076	3,1413
06.03.2018	20,45	-0,0098	3,0180	21.08.2019	23,231	0,0041	3,1455
13.03.2018	20,577	0,0062	3,0242	28.08.2019	23,322	0,0039	3,1494
20.03.2018	20,707	0,0063	3,0305	04.09.2019	23,444	0,0052	3,1546
27.03.2018	20,586	-0,0059	3,0246	11.09.2019	23,507	0,0027	3,1573
05.04.2018	20,655	0,0033	3,0280	18.09.2019	23,424	-0,0035	3,1538
12.04.2018	20,548	-0,0052	3,0228	25.09.2019	23,55	0,0054	3,1591
19.04.2018	20,454	-0,0046	3,0182	02.10.2019	23,561	0,0005	3,1596
26.04.2018	20,944	0,0237	3,0419	09.10.2019	23,518	-0,0018	3,1578
04.05.2018	21,31	0,0173	3,0592	16.10.2019	23,365	-0,0065	3,1512
				23.10.2019	23,051	-0,0135	3,1377

Příloha 6: Vývoj ceny oceli v dolarech za tunu (týdenní ceny od 29.11.2015 do 20.10.2019)

Datum	Ceny oceli	Spojité výnos	Logaritmus	Datum	Ceny oceli	Spojité výnos	Logaritmus
29.11.2015	330	X	5,7991	13.11.2016	422	0,0167	6,0450
06.12.2015	325	-0,0153	5,7838	20.11.2016	425	0,0071	6,0521
13.12.2015	326	0,0031	5,7869	27.11.2016	437	0,0278	6,0799
20.12.2015	326	0,0000	5,7869	04.12.2016	430	-0,0161	6,0638
27.12.2015	326,38	0,0012	5,7881	11.12.2016	440	0,0230	6,0868
03.01.2016	327	0,0019	5,7900	18.12.2016	435	-0,0114	6,0753
10.01.2016	327	0,0000	5,7900	25.12.2016	428,25	-0,0156	6,0597
17.01.2016	326,5	-0,0015	5,7884	01.01.2017	435	0,0156	6,0753
24.01.2016	323,18	-0,0102	5,7782	08.01.2017	432	-0,0069	6,0684
31.01.2016	323	-0,0006	5,7777	15.01.2017	425	-0,0163	6,0521
07.02.2016	322	-0,0031	5,7746	22.01.2017	420	-0,0118	6,0403
14.02.2016	320,5	-0,0047	5,7699	29.01.2017	401	-0,0463	5,9940
21.02.2016	319,5	-0,0031	5,7668	05.02.2017	404	0,0075	6,0014
28.02.2016	325,5	0,0186	5,7854	12.02.2017	418	0,0341	6,0355
06.03.2016	348	0,0668	5,8522	19.02.2017	417,5	-0,0012	6,0343
13.03.2016	355	0,0199	5,8721	26.02.2017	450	0,0750	6,1092
20.03.2017	358	0,0084	5,8805	05.03.2017	453,3	0,0073	6,1166
27.03.2017	387,5	0,0792	5,9597	12.03.2017	450	-0,0073	6,1092
03.04.2016	423	0,0877	6,0474	19.03.2017	442	-0,0179	6,0913
10.04.2016	447	0,0552	6,1026	26.03.2017	436,3	-0,0130	6,0783
17.04.2016	454	0,0155	6,1181	02.04.2017	432	-0,0099	6,0684
24.04.2016	454	0,0000	6,1181	09.04.2017	425	-0,0163	6,0521
01.05.2016	502	0,1005	6,2186	16.04.2017	425	0,0000	6,0521
08.05.2016	502	0,0000	6,2186	23.04.2017	423,81	-0,0028	6,0493
15.05.2016	475	-0,0553	6,1633	30.04.2017	427	0,0075	6,0568
22.05.2016	475	0,0000	6,1633	07.05.2017	432	0,0116	6,0684
29.05.2016	413	-0,1399	6,0234	14.05.2017	435	0,0069	6,0753
05.06.2016	403	-0,0245	5,9989	21.05.2017	433	-0,0046	6,0707
12.06.2016	403	0,0000	5,9989	28.05.2017	440	0,0160	6,0868
19.06.2016	402	-0,0025	5,9965	04.06.2017	438	-0,0046	6,0822
26.06.2016	391	-0,0277	5,9687	11.06.2017	434	-0,0092	6,0730
03.07.2016	385	-0,0155	5,9532	18.06.2017	432	-0,0046	6,0684
10.07.2016	381	-0,0104	5,9428	25.06.2017	427,07	-0,0115	6,0569
17.07.2016	381	0,0000	5,9428	02.07.2017	456	0,0655	6,1225
24.07.2016	379,69	-0,0034	5,9394	09.07.2017	458	0,0044	6,1269
31.07.2016	398	0,0471	5,9865	16.07.2017	458	0,0000	6,1269
07.08.2016	387	-0,0280	5,9584	23.07.2017	500	0,0877	6,2146
14.08.2016	384	-0,0078	5,9506	30.07.2017	522	0,0431	6,2577
21.08.2016	384	0,0000	5,9506	06.08.2017	522	0,0000	6,2577
28.08.2016	382	-0,0052	5,9454	13.08.2017	520	-0,0038	6,2538
04.09.2016	380	-0,0052	5,9402	20.08.2017	521	0,0019	6,2558
11.09.2016	372	-0,0213	5,9189	27.08.2017	546	0,0469	6,3026
18.09.2016	370	-0,0054	5,9135	03.09.2017	563	0,0307	6,3333
25.09.2016	370	0,0000	5,9135	10.09.2017	558	-0,0089	6,3244
02.10.2016	369	-0,0027	5,9108	17.09.2017	547	-0,0199	6,3044
09.10.2016	369	0,0000	5,9108	24.09.2017	530	-0,0316	6,2729
16.10.2016	372	0,0081	5,9189	01.10.2017	516	-0,0268	6,2461
23.10.2016	372	0,0000	5,9189	08.10.2017	523	0,0135	6,2596
30.10.2016	409	0,0948	6,0137	15.10.2017	518	-0,0096	6,2500
06.11.2016	415	0,0146	6,0283	22.10.2017	522,5	0,0086	6,2586

Datum	Ceny oceli	Spojité výnos	Logaritmus	Datum	Ceny oceli	Spojité výnos	Logaritmus
29.10.2017	522	-0,0010	6,2577	28.10.2018	518	0,0234	6,2500
05.11.2017	517	-0,0096	6,2480	04.11.2018	513,5	-0,0087	6,2413
12.11.2017	517	0,0000	6,2480	11.11.2018	508	-0,0108	6,2305
19.11.2017	521	0,0077	6,2558	18.11.2018	493,5	-0,0290	6,2015
26.11.2017	555	0,0632	6,3190	25.11.2018	499,49	0,0121	6,2136
03.12.2017	555	0,0000	6,3190	02.12.2018	474	-0,0524	6,1612
10.12.2017	550,5	-0,0081	6,3108	09.12.2018	471,5	-0,0053	6,1559
17.12.2017	550,5	0,0000	6,3108	16.12.2018	459	-0,0269	6,1291
24.12.2017	559	0,0153	6,3261	23.12.2018	467,28	0,0179	6,1469
31.12.2017	561	0,0036	6,3297	30.12.2018	445,5	-0,0477	6,0992
07.01.2018	573,5	0,0220	6,3518	06.01.2019	450	0,0101	6,1092
14.01.2018	564	-0,0167	6,3351	13.01.2019	446	-0,0089	6,1003
21.01.2018	564	0,0000	6,3351	20.01.2019	447	0,0022	6,1026
28.01.2018	540	-0,0435	6,2916	27.01.2019	480	0,0712	6,1738
04.02.2018	571	0,0558	6,3474	03.02.2019	480,5	0,0010	6,1748
11.02.2018	570	-0,0018	6,3456	10.02.2019	478	-0,0052	6,1696
18.02.2018	568	-0,0035	6,3421	17.02.2019	479,5	0,0031	6,1727
25.02.2018	601	0,0565	6,3986	24.02.2019	477	-0,0052	6,1675
04.03.2018	592	-0,0151	6,3835	03.03.2019	478	0,0021	6,1696
11.03.2018	594	0,0034	6,3869	10.03.2019	476	-0,0042	6,1654
18.03.2018	587	-0,0119	6,3750	17.03.2019	480	0,0084	6,1738
25.03.2018	584,17	-0,0048	6,3702	24.03.2019	481,64	0,0034	6,1772
01.04.2018	541	-0,0768	6,2934	31.03.2019	483	0,0028	6,1800
08.04.2018	555	0,0255	6,3190	07.04.2019	480	-0,0062	6,1738
15.04.2018	555	0,0000	6,3190	14.04.2019	476	-0,0084	6,1654
22.04.2018	555	0,0000	6,3190	21.04.2019	473,5	-0,0053	6,1602
29.04.2018	556	0,0018	6,3208	28.04.2019	471	-0,0053	6,1549
06.05.2018	558	0,0036	6,3244	05.05.2019	466	-0,0107	6,1442
13.05.2018	555	-0,0054	6,3190	12.05.2019	469,5	0,0075	6,1517
20.05.2018	555	0,0000	6,3190	19.05.2019	471,5	0,0043	6,1559
27.05.2018	534	-0,0386	6,2804	26.05.2019	470,14	-0,0029	6,1530
03.06.2018	550	0,0295	6,3099	02.06.2019	472	0,0039	6,1570
10.06.2018	544	-0,0110	6,2989	09.06.2019	472	0,0000	6,1570
17.06.2018	550,5	0,0119	6,3108	16.06.2019	469	-0,0064	6,1506
24.06.2018	548,17	-0,0042	6,3066	23.06.2019	467,53	-0,0031	6,1475
01.07.2018	548	-0,0003	6,3063	30.06.2019	472	0,0095	6,1570
08.07.2018	540	-0,0147	6,2916	07.07.2019	468	-0,0085	6,1485
15.07.2018	540	0,0000	6,2916	14.07.2019	464	-0,0086	6,1399
22.07.2018	540	0,0000	6,2916	21.07.2019	461	-0,0065	6,1334
29.07.2018	540	0,0000	6,2916	28.07.2019	460	-0,0022	6,1312
05.08.2018	520	-0,0377	6,2538	04.08.2019	452	-0,0175	6,1137
12.08.2018	516	-0,0077	6,2461	11.08.2019	452	0,0000	6,1137
19.08.2018	517	0,0019	6,2480	18.08.2019	447	-0,0111	6,1026
26.08.2018	520,95	0,0076	6,2557	25.08.2019	448,55	0,0035	6,1060
02.09.2018	519	-0,0038	6,2519	01.09.2019	415,5	-0,0765	6,0295
09.09.2018	519	0,0000	6,2519	08.09.2019	417	0,0036	6,0331
16.09.2018	509	-0,0195	6,2324	15.09.2019	412	-0,0121	6,0210
23.09.2018	509,23	0,0005	6,2329	22.09.2019	412	0,0000	6,0210
30.09.2018	502	-0,0143	6,2186	29.09.2019	404	-0,0196	6,0014
07.10.2018	504	0,0040	6,2226	06.10.2019	407	0,0074	6,0088
14.10.2018	500	-0,0080	6,2146	13.10.2019	405	-0,0049	6,0039
21.10.2018	506	0,0119	6,2265	20.10.2019	407,5	0,0062	6,0100